

Núbia Duarte da Cruz
Marcel Damasceno Ribeiro



AGRO
TÓXICOS
EM FOCO

2020 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT

Núbia Duarte da Cruz
Marcel Damasceno Ribeiro

AGRO TÓXICOS EM FOCO



2020 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT

CAPA & PROJETO GRÁFICO
Fiama Bamberg

DIAGRAMAÇÃO
Fiama Bamberg

REVISÃO
Profa. Ma. Karin Elizabeth Rees de Azevedo

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA FONTE

BIBLIOTECA DE ÍCONES



Vamos pensar um pouco! – Questões para desencadear discussões e reflexões e que procuram auxiliar o leitor a estabelecer relações entre o que ele sabe e o que está sendo abordado no texto. Procurar explicações e expressá-las com as próprias palavras ajuda a entender melhor o que está sendo ensinado, pois você pode comparar a sua ideia original com os novos conceitos que estão sendo introduzidos.



Mãos à obra – Nessa seção apresenta-se algumas atividades relacionadas ao assunto abordado no capítulo e atividades que articulam esse assunto com conhecimentos químicos e biológicos. Essas atividades são apresentadas em diferentes graus de complexidade e visam possibilitar a aplicação dos conteúdos abordados no capítulo além de possibilitarem a autoavaliação.



Trabalho em equipe – Envolve diferentes áreas do conhecimento, a realização de pesquisas e a organização e análise de informações. Incentiva o trabalho colaborativo, o respeito a opiniões diferentes e a apresentação dos resultados à comunidade por meio de várias ferramentas e linguagens diferentes.



Para saber mais – Sugere artigos, sites, blogs, notícias, vídeos, livros e outros materiais como fontes auxiliares e complementares de informações que possuem como premissa apoiar o processo de compreensão do texto estudado, auxiliando na construção da aprendizagem.



Para descontrair - Apresenta passa tempos como quebra cabeças e caça palavras relacionados ao assunto abordado, mas de forma divertida e descontraída, pois brincando também se aprende.



Fato Real – Essa seção traz um acontecimento histórico real que relaciona-se com o assunto abordado, contextualizando-o de forma a articular os conhecimentos científicos com fatos reais.



Curiosidades – Aponta fatos intrigantes relacionados ao assunto que está sendo desenvolvido, eventos históricos ou discussões extras para o enriquecimento do tema.



Hora da experiência – Traz sugestão de experiências relacionadas ao assunto do capítulo e despertam questionamentos e a vontade de continuar aprendendo.



Você Sabia? – Apresenta aplicações da Química e da Biologia no cotidiano e curiosidades, entre outros assuntos pertinentes ao tema do capítulo.



Saiu na Mídia – Apresenta um texto jornalístico relacionado ao assunto abordado no capítulo.

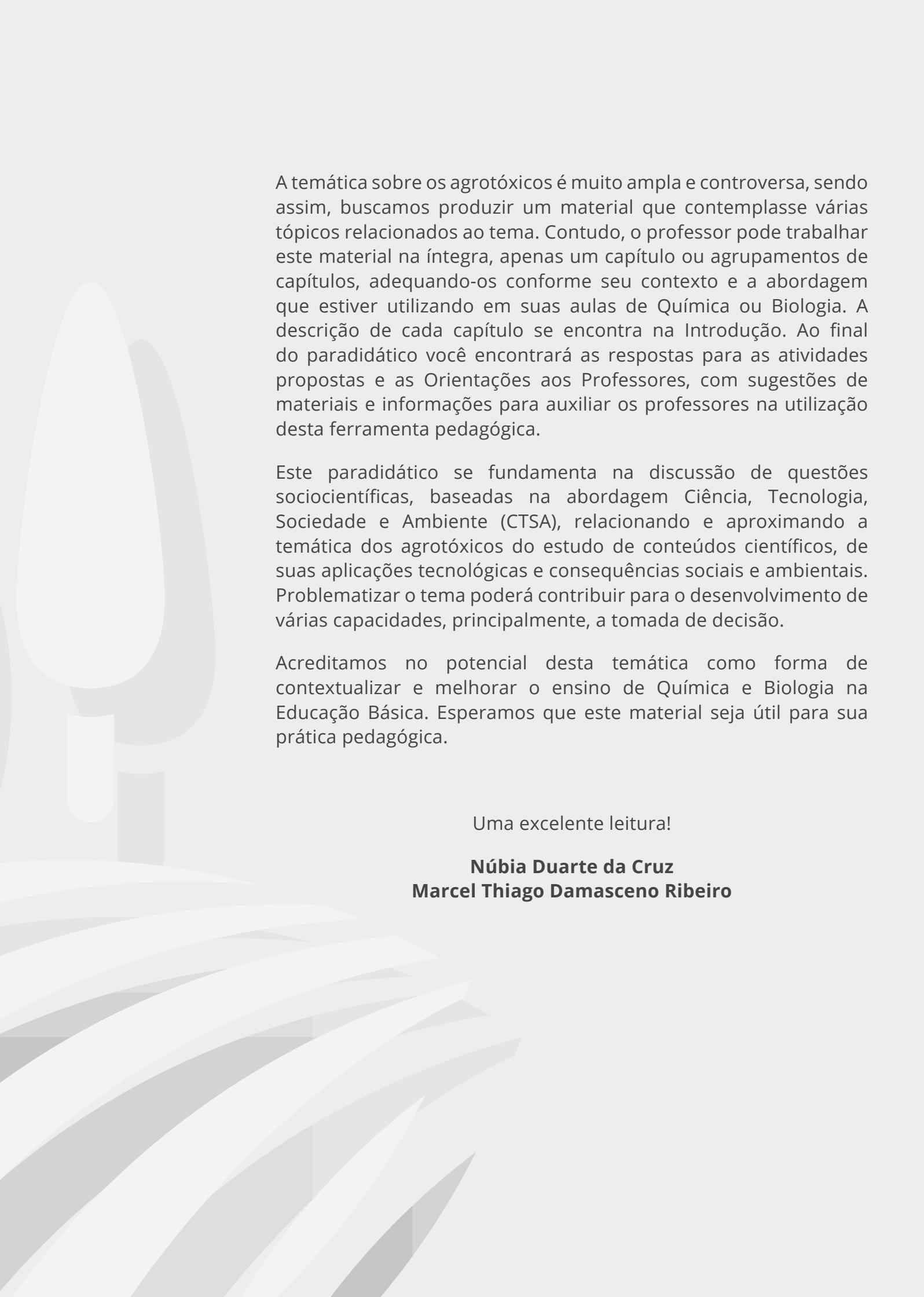
APRESENTAÇÃO

Estimado leitor(a),

É com grande satisfação que trazemos a público o paradidático AGROTÓXICOS EM FOCO. Este material é fruto de pesquisa desenvolvida pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN), em parceria com o Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Esperamos que este paradidático possa servir de suporte para o trabalho do professor com os estudantes, no contexto da sala de aula e, também, para você, curioso e interessado no assunto.

A temática abordada neste material é agrotóxicos. No entanto, por que agrotóxicos? Entre tantos temas relacionados à Educação Ambiental e à Química e/ou Biologia, este foi escolhido, por dois motivos. Primeiramente, porque desde 2008, o Brasil tem sido considerado o maior consumidor desses produtos químicos no mundo. Além disso, sabemos que a produção de alimentos é de vital importância para a nossa sobrevivência. Entretanto, para viabilizar a produção, esses venenos são utilizados, muitas vezes, indiscriminadamente e excessivamente, ocasionando danos ao meio ambiente e à saúde dos seres vivos como um todo. O segundo motivo é pelo fato de os agrotóxicos serem substâncias presentes em todo Estado de Mato Grosso, visto essa ser uma região predominantemente baseada no agronegócio. Também é um assunto muito polêmico e muito comentado nos meios de comunicação. Diante desse cenário, este paradidático busca fornecer informações, promover a integração entre teoria e prática, como forma de interpretar a natureza e gerar discussões sobre os fenômenos de interesse da Química e da Biologia, assim como outras disciplinas que podem abordar esta temática.

Afinal, as investigações e discussões são as formas de promover o desenvolvimento das Ciências.



A temática sobre os agrotóxicos é muito ampla e controversa, sendo assim, buscamos produzir um material que contemplasse vários tópicos relacionados ao tema. Contudo, o professor pode trabalhar este material na íntegra, apenas um capítulo ou agrupamentos de capítulos, adequando-os conforme seu contexto e a abordagem que estiver utilizando em suas aulas de Química ou Biologia. A descrição de cada capítulo se encontra na Introdução. Ao final do paradidático você encontrará as respostas para as atividades propostas e as Orientações aos Professores, com sugestões de materiais e informações para auxiliar os professores na utilização desta ferramenta pedagógica.

Este paradidático se fundamenta na discussão de questões sociocientíficas, baseadas na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), relacionando e aproximando a temática dos agrotóxicos do estudo de conteúdos científicos, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais e ambientais. Problematizar o tema poderá contribuir para o desenvolvimento de várias capacidades, principalmente, a tomada de decisão.

Acreditamos no potencial desta temática como forma de contextualizar e melhorar o ensino de Química e Biologia na Educação Básica. Esperamos que este material seja útil para sua prática pedagógica.

Uma excelente leitura!

Núbia Duarte da Cruz
Marcel Thiago Damasceno Ribeiro

SUMÁRIO



INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO 1- HISTÓRIA DA AGRICULTURA.....	15
1.1 A domesticação dos grãos.....	19
CAPÍTULO 2- COMO SURGIRAM OS AGROTÓXICOS?.....	28
2.1 A história do DDT.....	34
CAPÍTULO 3- AFINAL, O QUE SÃO OS AGROTÓXICOS?.....	40
3.1 Classificação dos agrotóxicos de acordo com a praga alvo que controlam	41
3.2 Classificação dos agrotóxicos quanto ao grupo químico que pertencem.....	48
3.2.1 Agrotóxicos inorgânicos.....	48
3.2.2 Agrotóxicos orgânicos sintéticos.....	49
3.2.3 Agrotóxicos botânicos.....	61
3.3 Classificação dos agrotóxicos quanto ao modo de ação.....	64
CAPÍTULO 4- AFINAL, O QUE SÃO OS AGROTÓXICOS?.....	69
4.1 Classificação Toxicológica.....	72
4.2 Classificação do potencial de periculosidade ambiental.....	78
CAPÍTULO 5- DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL.....	82
CAPÍTULO 6- A IMPORTÂNCIA DOS RÓTULOS E BULAS.....	90
CAPÍTULO 7- VOCÊ UTILIZA AGROTÓXICOS EM SUA CASA?.....	98
7.1 Como ocorre o envenenamento por inseticida.....	106
7.2 Cuidados a serem tomados com os pesticidas domésticos.....	108
CAPÍTULO 8- CUIDADOS COM A MANIPULAÇÃO DOS AGROTÓXICOS.....	114
8.1 Equipamentos de Proteção Individual (EPI).....	114

8.1.1 Cuidados com os EPI.....	121	12.4.2 Feromônios.....	189
8.2 Cuidados no transporte e armazenamento dos agrotóxicos.....	127	12.4.3 Utilização de feromônios no Manejo Integrado de Pragas.....	191
8.3 Cuidados durante o preparo da calda.	128	12.5 Controle Biológico de Pragas.....	94
8.4 Cuidados durante e após a aplicação dos agrotóxicos.....	129	12.6 Radioatividade.....	200
8.5 Descarte correto das embalagens de agrotóxicos.....	131	ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	204
8.6 Destinação final das embalagens de agrotóxicos: Reciclagem, Incineração ou Reaproveitamento.....	135	RESOLUÇÃO DAS ATIVIDADES.....	205
CAPÍTULO 9- INSETICIDAS UTILIZADOS COMO ARMAS QUÍMICAS.....	140	REFERÊNCIAS.....	218
9.1 Primeira Guerra Mundial (1914-1919).	142	ORIENTAÇÕES AOS PROFESSORES.....	222
9.2 Guerra do Vietnã (1955-1975).....	142		
9.3 Massacre de Halabja (1988).....	143		
9.4 Atentado terrorista no metrô de Tóquio em 1995.....	144		
9.5 Ataque Químico de Ghouta (2013).....	144		
9.6 Ataque com gás tóxico em cidade da Síria (2017).....	144		
9.7 Gás Sarin, tabun, mostarda e agente laranja.....	145		
CAPÍTULO 10- OS AGROTÓXICOS E A SAÚDE HUMANA.....	149		
10.1 O impacto dos agrotóxicos na saúde das pessoas.....	150		
10.2 Os produtos domissanitários e a nossa saúde.....	157		
10.3 A contaminação dos alimentos por agrotóxicos.....	159		
CAPÍTULO 11- OS AGROTÓXICOS E O MEIO AMBIENTE.....	169		
11.1 Consequências à Biodiversidade.....	171		
11.2 Contaminação do solo e da água.....	173		
CAPÍTULO 12- O QUE PODEMOS FAZER?.....	178		
12.1 Agroecologia.....	178		
12.2 Agricultura orgânica.....	181		
12.3 Manejo integrado de Pragas.....	183		
12.4 Controle de pragas por feromônios... 186			
12.4.1 Aleloquímicos.....	187		



alimento. Este foi o início da agricultura e o homem conseguiu se firmar em um único local, pois ali poderia conseguir seu próprio alimento, tornando-se assim sedentário. Com a agricultura veio a domesticação dos grãos e a uniformidade genética, ou seja, os agricultores escolhiam os melhores grãos, das melhores espigas e dos pés mais altos e bonitos, para plantarem novamente. Isso aumentou a produção, mas também trouxe consequências, como o aumento de pragas, pois sem a variedade de plantas diferentes, a uniformidade era mais suscetível a certas doenças, que atacavam toda a plantação.

Apenas durante a Primeira Guerra Mundial os agrotóxicos foram criados, mas foram mais amplamente utilizados durante a Segunda Guerra Mundial como um tipo de arma química. Quando a guerra teve fim, os produtos passaram a ser utilizados como defensivos agrícolas, sendo o primeiro e o mais popular o DDT, que já foi banido do mercado brasileiro.

A partir daí, houve muito o aumento do uso dos agrotóxicos e, conseqüentemente, o aumento da produção de grãos. No entanto, isso trouxe sérias consequências. Sendo tóxicos, de uma forma geral, independentemente de qual composto seja utilizado em sua formulação, os agrotóxicos podem ser mais ou menos danosos à saúde humana e ao meio ambiente.

A utilização desses pesticidas causa contaminação do solo, de lençóis freáticos, e de rios e lagos. Dessa maneira, quando um agrotóxico é empregado, principalmente, de maneira incorreta ou excessiva, esse chega ao solo, e a chuva, ou caso haja sistema de irrigação da plantação, facilita a contaminação dos corpos de água, poluindo-os e intoxicando a vida ali existente². Da mesma maneira, os agrotóxicos contribuem para o surgimento de pragas gradativamente mais fortes, por intermédio de um processo de “seleção natural”, em que os animais mais resistentes aos agrotóxicos se apoderam do lugar de espécies mais suscetíveis.

Além de afetar o meio ambiente, o uso de agrotóxicos prejudica também a saúde humana. Isso ocorre de três maneiras diferentes: durante a sua fabricação, no momento da aplicação e ao se consumir um produto contaminado. Segundo a EPA (Environmental Protection Agency - Agência de Proteção Ambiental), o efeito do pesticida depende do princípio ativo nesse existente. Os sintomas podem variar, desde irritação da pele, até problemas hormonais e o desenvolvimento de câncer.

Existe também o perigo da exposição aos inseticidas domissanitários, os utilizados em nossas residências. Você já leu os rótulos deles? Já prestou atenção nos cuidados que devemos ter ao utilizá-los? Muitas pessoas desconhecem essas informações. Alguns inseticidas, raticidas, formicidas, acaricidas, carrapaticidas, entre outros, possuem o mesmo princípio ativo dos agrotóxicos, só que em uma concentração muito menor, mas isso não significa que podemos utilizá-los sem nenhuma precaução.

2. RIBEIRO, Daniel das Chagas de Azevedo. A temática agrotóxicos e a metodologia da resolução de problemas no ensino de Ciências. Curitiba: Appris, 2018.

Esses também são tóxicos e exigem vários cuidados como: guardar em local adequado, longe do alcance de crianças; evitar inalação ou ingestão acidental, contato com os olhos e mucosas; nunca misturar com produtos diferentes; não utilizar utensílios domésticos (copo, xícara, colher) para medir esses produtos, a não ser que esse só seja usado para este fim; inutilizar as embalagens vazias desses produtos, pois essas sempre ficam com resíduos (restos), jogar fora as embalagens vazias, de preferência em sistema de coleta seletiva (separadas de outros lixos); tomar cuidado com os aerossóis, pois podem ser utilizados em excesso e não se perceber, podendo causar intoxicações; lembrar sempre de, após utilizar inseticidas em casa, ventilar bem o ambiente, nunca aplicar o inseticida em locais com crianças, animais domésticos ou pessoas com problemas respiratórios³.

Esses problemas citados são apenas alguns causados pelos agrotóxicos, mas será que não temos alternativas? Sim, existem várias alternativas que podem minimizar este quadro de consumo de agrotóxicos. A agricultura orgânica e a agroecologia, principalmente de hortaliças, são um meio de produção de alimentos que não utiliza nenhum agrotóxico. Além disso, temos formas naturais de combate às pragas, como: feromônios, controle biológico, rotação de cultura e manejo integrado de pragas.

Sendo o Brasil o maior consumidor de agrotóxicos, desde 2008, e diante de toda problemática, tanto para o homem, quanto para o meio ambiente, este material visa trazer informações que auxiliem a compreensão dessa temática e a articulação da teoria e prática, com o objetivo de contextualizar o assunto e relacioná-lo com conhecimentos científicos.

Para isso, organizamos este paradidático em capítulos, nos quais se procura abordar as diversas vertentes relacionadas aos agrotóxicos, de forma que o professor possa trabalhá-los na íntegra, individualmente ou de forma agrupada, ou seja, o professor tem autonomia para abordá-los conforme seu planejamento e sua metodologia.

No primeiro capítulo, **História da agricultura**, procuramos reconstruir a trajetória da agricultura, a partir de um olhar sobre contextos históricos, para entender os avanços da agricultura e das populações e compreender as relações e consequências para o presente, pois é conhecendo o passado que podemos entender melhor o presente e planejar o futuro. Destacamos nesse capítulo, além da agricultura, as consequências dessa para o homem, que passou de nômade para sedentário, e com o passar do tempo deu início as tribos, as vilas e cidades, modificando assim a estrutura social e comercial. Também abordamos as consequências para o meio ambiente, principalmente a domesticação dos grãos, alterando assim a genética desses e modificando o ecossistema com a monocultura.

No capítulo dois, **Como surgiram os agrotóxicos?**, discutimos outra consequência da agricultura, após milhares de anos, que foi a produção dos agrotóxicos. Neste

3. Anvisa. Orientação para os consumidores de saneantes, 2012.

capítulo relatamos o surgimento dos primeiros agrotóxicos, durante a Segunda Guerra Mundial, descrevendo a descoberta e utilização do principal inseticida da época, o DDT, quais as pragas controladas pelos agrotóxicos, bem como quais maneiras de combate às pragas eram utilizadas antes do surgimento dos agrotóxicos.

Já no terceiro capítulo, **Afinal, o que são os agrotóxicos?**, nos aprofundamos no tema, buscando informações sobre os princípios ativos de alguns agrotóxicos comuns no Estado de Mato Grosso, assim como as fórmulas estruturais e moleculares desses; as classificações e características dos defensivos agrícolas, e para que são utilizados.

No quarto capítulo, **A toxicidade dos agrotóxicos**, apresentamos de maneira sintetizada o que seria um veneno, ou uma substância tóxica, dando exemplos de substâncias utilizadas conhecidas. Também apresentamos a classificação da toxicidade desses compostos para os seres humanos e a Toxicidade ambiental, descrevendo brevemente como essas classificações são feitas, ou seja, que critérios são levados em consideração para essas classificações.

No quinto capítulo, **Desequilíbrio ambiental**, sintetizamos alguns impactos causados ao ecossistema, principalmente à cadeia alimentar, e ao nicho ecológico, pelo desequilíbrio ecológico resultante da utilização de agrotóxicos. Para isso, trazemos exemplos reais de desastres ecológicos que já ocorreram por esse motivo.

O capítulo seguinte, **A importância dos rótulos e bulas**, destacamos a importância da leitura e interpretação dos rótulos de agrotóxicos e de vários outros produtos, como: inseticidas, remédios, desinfetantes etc. Os rótulos e bulas são uma fonte importante de informações e orientações que muitas vezes nem olhamos. Nesses não há apenas a fórmula e o princípio ativo, mas também trazem a concentração das substâncias presentes, forma de utilizar, efeitos colaterais, classe toxicológica (agrotóxicos), instruções caso ocorra intoxicação, e várias outras informações que variam conforme os produtos. Diante disso, temos que desenvolver o hábito de realizar a leitura dos rótulos e mais do que isso, temos que compreender as informações que esses trazem.

No sétimo capítulo, **Você utiliza agrotóxicos em sua casa?**, trazemos reflexões sobre alguns produtos que utilizamos em nossas casas, nos animais domésticos, ou em plantas do nosso jardim, explorando os princípios ativos que os constituem e comparando-os com os princípios ativos dos agrotóxicos. Também descrevemos alguns cuidados que devemos ter ao utilizar esses produtos, quais as informações devemos observar nos rótulos e que atitudes devemos tomar caso haja intoxicação de pessoas e animais por esses insumos.

No capítulo seguinte, **Cuidados com a manipulação dos agrotóxicos**, abordamos alguns cuidados básicos que os aplicadores de agrotóxicos devem ter, como: a

utilização do equipamento de proteção individual “EPI”, período de carência após a aplicação dos agrotóxicos, descarte das embalagens vazias, destino final dessas embalagens, condições climáticas para a aplicação de certos produtos etc.

Já no nono capítulo, **Inseticidas utilizados como armas químicas**, trazemos alguns exemplos de agrotóxicos que foram utilizados como armas químicas, em vários episódios da História, destacando alguns princípios ativos, descrevendo suas estruturas e o que causam no organismo humano. Buscamos, aqui, refletir sobre a ética dos pesquisadores, sobre o papel da Ciência e da Tecnologia e até que ponto podemos utilizar esses conhecimentos.

No próximo capítulo, **Os agrotóxicos e a saúde humana**, relatamos casos de intoxicação em humanos, causados pelos agrotóxicos, principalmente quando isso é feito sem a utilização de EPI, de maneira indiscriminada ou excessiva. Essa intoxicação pode ser causada: no aplicador, que pode entrar em contato direto com o produto; pelos vizinhos das fazendas, que podem receber partículas dos produtos que ao serem aplicados são dispersos pelo vento e acabam contaminando as pessoas que vivem próximas ao local; pelos consumidores, que acabam consumindo produtos contaminados pelos agrotóxicos. Essas intoxicações causam graves danos à saúde humana. Descrevemos, neste capítulo, os sintomas da intoxicação e as consequências ao organismo humano. Propomos também uma reflexão sobre alguns motivos que levam as pessoas a se intoxicarem pelos agrotóxicos e como podemos evitar algumas dessas situações.

No décimo primeiro capítulo, **Os agrotóxicos e o meio ambiente**, abordamos também os prejuízos causados no meio ambiente, como contaminação das águas e do solo, morte de animais que não são a praga-alvo, diminuição do número de abelhas, e várias outras consequências causadas pela utilização indiscriminada de agrotóxicos.

No último capítulo, **O que podemos fazer?**, trazemos reflexões sobre as consequências geradas pela utilização dos agrotóxicos e sobre como podemos excluir ou minimizar seu uso através de outras técnicas de cultivo e controle de pragas. Existem pesquisas que já comprovaram a eficácia do controle biológico, agroecologia, produtos alternativos, feromônios, rotação de cultura e outras técnicas que podem amenizar a situação causada pela utilização de agrotóxicos. Além disso, o que mais podemos fazer? Nós, como cidadãos e consumidores, temos que refletir e tomar decisões que irão gerar benefícios para a nossa comunidade, aprendendo a valorizar as boas ações e a cobrar dos órgãos responsáveis, fiscalização e mudanças de atitude, para podermos conviver em um mundo melhor e mais seguro para nossa saúde e para o meio ambiente.

No decorrer nos capítulos apresentamos algumas seções como **Vamos pensar um pouco!**, onde procuramos despertar o interesse do estudante para que ele reflita e tente responder com suas opiniões, reforçando aqui o seu protagonismo

e a tomada de decisões, buscando aprender a ter uma participação cidadã nos debates sobre o nosso futuro, além de ouvir e respeitar as opiniões de seus colegas.

A seção **Trabalho em Equipe**, apresenta propostas de pesquisa de campo, discussões e estratégias diferenciadas que complementam a seção anterior. Nesta seção não há respostas certas ou erradas, o importante é a discussão do assunto, a opinião do estudante, sua posição frente aos fatos. No entanto, professor pode instigar, colaborar e propor ideias.

A seção **Mãos à obra**, procura articular os conceitos científicos com os fenômenos estudados, de maneira que o estudante compreenda sua relação.

Em todos os capítulos propomos articulações com os conceitos de Química e/ou Biologia e, também, algumas atividades de reflexão que podem ajudar na discussão do assunto abordado. Por último, trazemos algumas **Orientações aos Professores**, sugerindo quais objetos de conhecimento (conteúdos) podem ser articulados com o assunto, bem como quais habilidades, segundo a BNCC, podem ser desenvolvidas em cada capítulo.

Trazemos também algumas dicas de ferramentas digitais que podem auxiliar os professores, tanto nas aulas como na preparação de seu material didático.

Para finalizar, sugerimos algumas leituras voltadas para a formação dos professores, com temas relativos à área de Ciências da Natureza, bem como a sugestão de algumas revistas científicas desta área.

Com isso, esperamos auxiliar tanto o professor quanto o estudante a compreenderem melhor a temática e relacioná-la com os conhecimentos científicos.

ENTÃO, BOA LEITURA!

Núbia Duarte da Cruz
Marcel Thiago Damasceno Ribeiro

CAPÍTULO 1

História da Agricultura

- Quando e como surgiu a agricultura?
- Como os seres humanos viviam antes de produzirem seu próprio alimento?
- Que transformações ocorreram na sociedade e no meio ambiente após o início da agricultura?

O conhecimento da História fornece informações que facilitam a compreensão de fatos atuais, proporcionando uma visão contextualizada e que mostra que nada aconteceu em um passe de mágica, tudo teve um início, e esses acontecimentos iniciais e sua evolução impactam até hoje.

A **agricultura** é a arte de cultivar a terra, utilizando um conjunto de operações e de cuidados, através dos quais o homem obtém dessa determinados produtos que satisfazem as suas necessidades. O prefixo *agro* tem origem no verbete latino *agru* que significa “terra cultivada ou cultivável”. A palavra “agricultura” vem do latim *agricultūra*, composta por *ager* (campo, território) e *cultūra* (cultivo), no sentido estrito de cultivo do solo ou trabalho do campo e tem por objetivo a cultura do solo para produzir vegetais úteis ao homem e/ou para a criação de animais.

Há milhares de anos atrás, com a mudança climática representada pelo desaparecimento dos gelos, as novas condições ecológicas favoreceram, de maneira especial na Europa, uma vegetação de excelentes pastagens, capaz de alimentar uma numerosa população de herbívoros: renas, bisões, mamutes e cavalos, bem como seus predadores, os lobos, as raposas e os felídeos. Esse ambiente oferecia ao primitivo homem caçador uma abundante fonte de alimentos. Há cerca de 10.000 anos atrás, no período Neolítico (Idade da Pedra Nova), o *Homo Sapiens* consegue domesticar algumas plantas e animais, em função não só de fatores histórico-culturais como também de fator

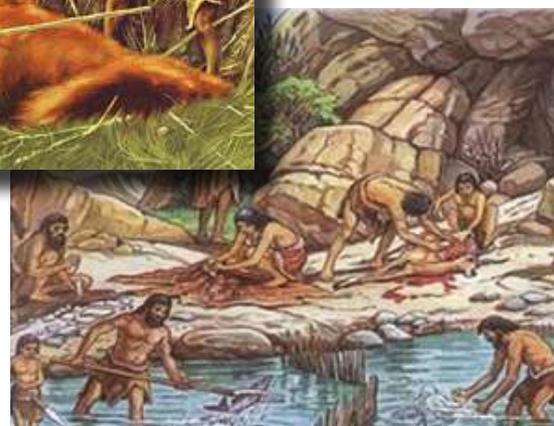


Figura 1 - A vida do homem-caçador paleolítico (reconstituição). Fonte: Adaptado de TELHA, Renta. 2015. Disponível em: www.historiaparao6ano.wordpress.com/tag/idade-da-pedra/. Acesso em: 21 maio 2020.

da casualidade. Esse período foi palco de um importante marco: a **Revolução Agrícola**.

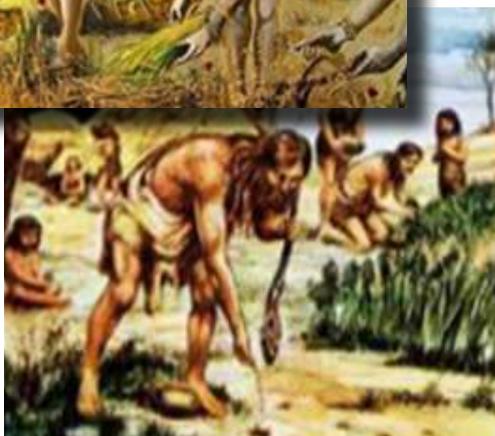
Os primeiros seres humanos conhecidos eram nômades, isto é, mudavam-se constantemente de um local para outro em busca de alimentos. Não tinham compromisso com a terra, permaneciam nela apenas enquanto podiam retirar da natureza o suficiente para seu sustento. Quando os recursos diminuía, mudavam-se para outro lugar.

Porém, com o tempo, os grandes rebanhos de bisões e renas foram diminuindo. Tornou-se exígua a caça nas pastagens. A pesca também se tornou uma tarefa pouco produtiva. O homem nômade, que praticava a caça e a pesca, teve que procurar outros recursos para suplementar sua alimentação. Assim, começou a procurar e a consumir frutas, raízes, ervas e sementes silvestres. Vagando, errante, o homem pré-agricultor conseguiu um conhecimento íntimo com cada planta útil ou nociva em seu território. Com o passar do tempo, estação após estação, o homem observou as sementes caírem na terra, germinarem e darem plantas, e essas plantas crescerem, darem flores e frutificarem. O homem verificou a regularidade dos ciclos da vida vegetal.

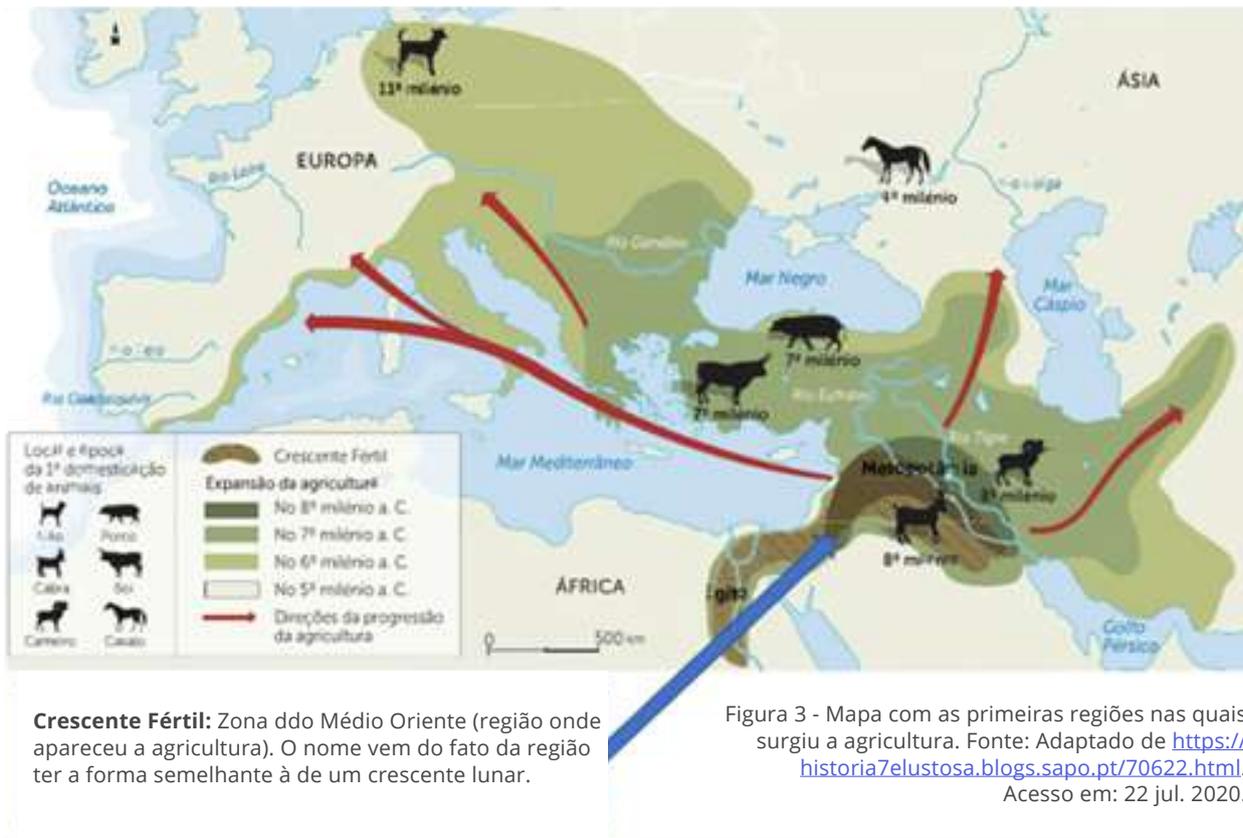
Foi um momento único quando o primeiro agricultor enterrou algumas sementes e aguardou confiante a natureza realizar o milagre da vida. A partir daquele momento memorável, o homem começou a produzir seu próprio alimento e passou a ter uma morada fixa. Isso ocorreu há mais ou menos 10.000 anos atrás, na Idade Neolítica. O homem percebeu então que a terra necessitava de um maior compromisso, essa requeria um tratamento especial. Com os cuidados necessários, seus recursos não se esgotavam, o homem podia cultivar a terra e ter alimento por muito tempo e, assim, podia ficar um longo período no mesmo lugar. A relação com a terra ficou, portanto, mais duradoura. Teve início assim a agricultura.



Figura 2 - O início da agricultura e as primeiras ferramentas de pedra e pau. Fonte: Adaptado de www.portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=6334. Acesso em: 21 maio 2020.



Neste momento evolutivo, a população humana total não passava de 15 milhões de pessoas, próximo à capacidade de suporte da Terra (20 milhões). As primeiras espécies vegetais a serem **domesticadas** pelo homem, foram o trigo, a cevada e o milho, na região do Crescente Fértil (hoje Palestina, Jordânia, Israel, Líbano, Kuwait e Chipre).

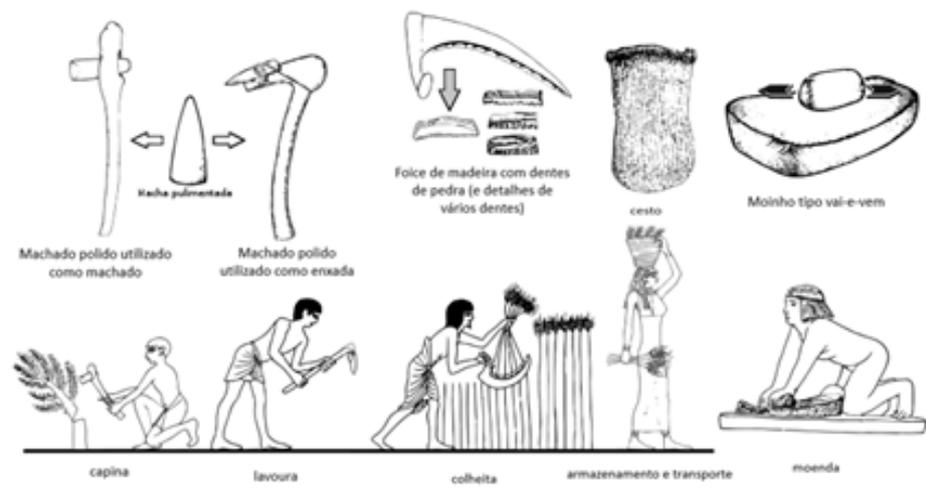


Para cuidar da terra, foi preciso criar técnicas e instrumentos de trabalho. A princípio, havia apenas a agricultura familiar: pequenas propriedades, com famílias que aravam e semeavam a terra artesanalmente. Contava-se apenas com ferramentas rudimentares e, às vezes, com a ajuda de animais.

Os humanos pré-históricos não entendiam os acontecimentos da natureza e, por isso, tinham atitudes de medo e espanto diante dos fenômenos naturais como trovões e relâmpagos, por exemplo. Eles não se perguntavam do que um ser era constituído, mas para que esse servia.

Em um segundo momento, a inteligência humana evoluiu do medo para a tentativa de explicação dos fenômenos que via ao seu redor, por meio do pensamento mágico, das crenças e das superstições. Assim, a tempestade podia ser fruto da ira divina, a boa colheita da benevolência dos espíritos. Os conhecimentos sobre as plantas, principalmente, as épocas em que produziam frutos ou outras partes comestíveis, foram sendo acumulados com o passar

Figura 4 - Primeiras ferramentas utilizadas na agricultura. Fonte: Wikimedia Commons/José-Manuel Benito, 2020.



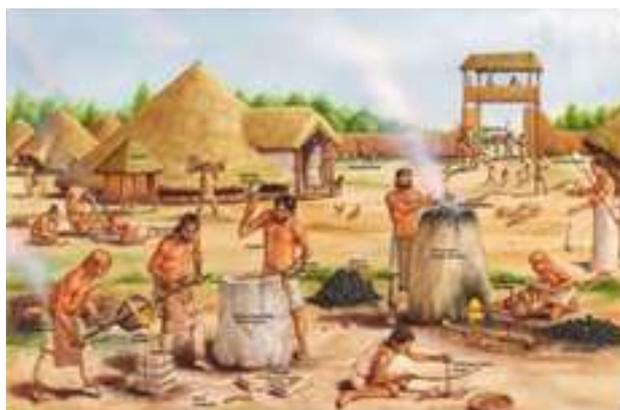


Figura 5 - Reprodução das primeiras vilas no período neolítico. Fonte: Wikimedia Commons, 2020.

das eras e com muita observação.

Algumas das consequências da descoberta da agricultura foram o suprimento contínuo de alimentos e a fixação do homem na terra. Com o desenvolvimento agrícola, a densidade populacional começou a aumentar e, conseqüentemente, a relação entre as espécies mudou. O homem começou a estocar grãos, vegetais e carne, e esses estoques se tornaram fontes de alimentos para agrupamentos

humanos e animais domésticos. A agricultura surgiu independentemente, em diversos lugares, respondendo à necessidade básica de sobrevivência dos grupos humanos. Paralelamente ao desenvolvimento intelectual e tecnológico ocorreu a formação de vilas.

Durante o período em que os homens eram nômades e viviam nas cavernas era inviável a possibilidade de desenvolvimento de comunidades. No entanto, a partir do momento em que o homem começou a se fixar, a produzir alimentos, começaram também a aparecer as primeiras tribos e vilas. Os grupos se ajudavam quanto à produção de alimentação e defesa e a acumulação e divisão de bens era coletiva.

Nas primeiras tribos, um dos indivíduos do grupo tinha a função de cuidar e proteger os alimentos produzidos. Esse indivíduo era o mais importante para o grupo humano, que o tinha como um chefe. Nesse período ocorreu o início de uma nova organização social que, posteriormente, daria origem as cidades.

No geral, uma população poderia aumentar seu tamanho mais rapidamente, quando os recursos estivessem mais disponíveis. As sociedades maiores, resultantes desse processo, levaram ao desenvolvimento de diferentes meios de tomada de decisão e organização governamental. Com o passar do tempo, o grupo começou a produzir mais do que consumia e as sementes viraram a

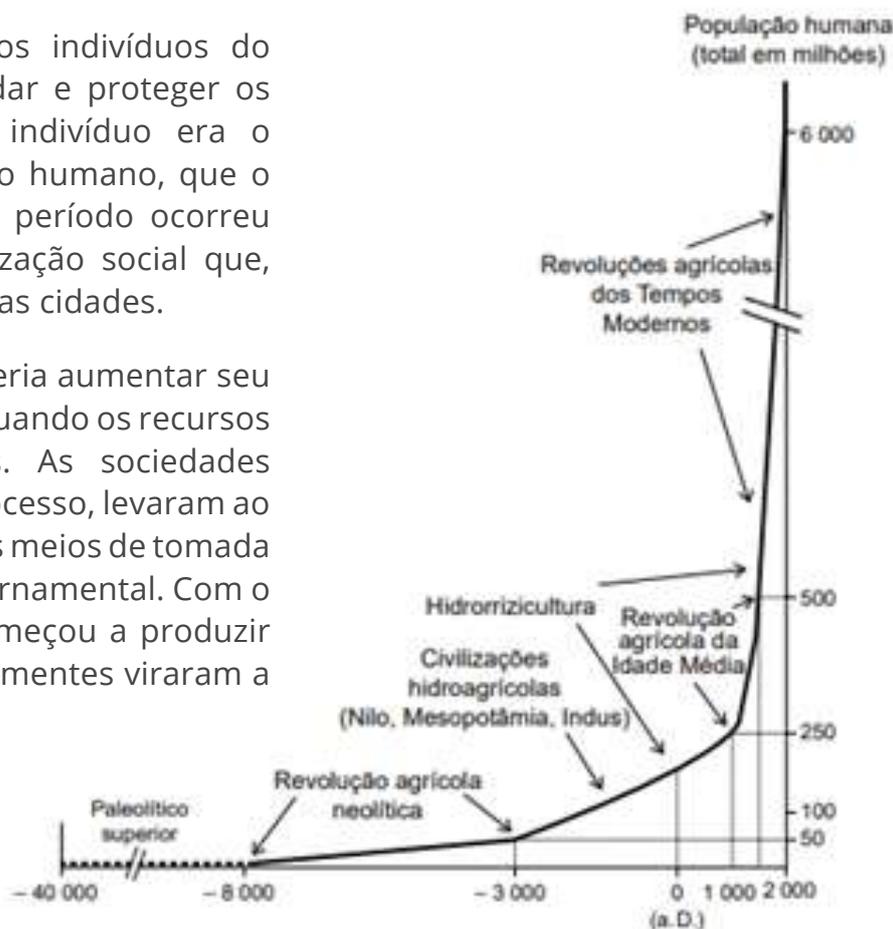


Figura 6 - A progressão da população humana em relação ao desenvolvimento dos sistemas agrários do mundo. Fonte: MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. História das agriculturas no mundo. Do Neolítico à crise contemporânea. São Paulo, 2010

principal moeda de troca. Algumas aldeias produziam excedentes de certa semente para trocar com aldeias que tivessem alta produção de cerâmica, por exemplo. Ocorre aqui o início do comércio. O desenvolvimento das técnicas agrícolas, o domínio sobre os períodos de chuva e estiagem, as técnicas de irrigação e o invento do arado-semeador aumentaram significativamente a produção agrícola. Com isso, as populações também aumentaram.

A Revolução agrícola neolítica não proporcionou um aumento populacional tão grande quanto a Revolução Agrícola na Idade Média, mas, mesmo assim, o aumento da população naquele período se deve a nova forma de produção de alimentos dos neolíticos.

1.1 A domesticação dos grãos

A **domesticação de grãos** é o processo pelo qual as plantas e os animais são geneticamente modificados ao longo do tempo, de maneira que prevaleça as características que são mais vantajosas ou desejáveis para os seres humanos.



Será que as primeiras sementes cultivadas são iguais às que são cultivadas nos dias de hoje?

No início da agricultura, os primeiros agricultores de milho selecionavam as espigas mais tenazes, isto é, com os grãos bem aderentes, e as mais bonitas e cheias, para retirarem os grãos e realizarem o plantio.

Outro exemplo ocorre quando o agricultor verifica que uma planta, em particular, é mais alta que as outras, e plantas mais altas são consideradas melhores, mais valiosas, sendo assim, o agricultor escolhe as sementes dessa planta específica para plantar e produzir novas plantas. Uma vez que as plantas escolhidas, provavelmente, contêm o gene para a característica para a qual foram selecionadas, sua progênie (filhos) tem maior probabilidade de herdar essa característica. Uma planta alta possui maior possibilidade de gerar progênies mais altas. Ao longo do tempo, se apenas as sementes das plantas altas forem escolhidas para serem plantadas, mais e mais plantas serão altas.

Esse processo pode tornar as plantas mais vulneráveis, pois as características que são vantajosas para os seres humanos podem não ser, necessariamente, vantajosas para as plantas. Frequentemente, essas plantas desenvolvidas por esse processo têm perdido a capacidade de se reproduzirem e sobreviverem na natureza sem os seres humanos. Por exemplo, os grãos de espigas de milho



Figura 7 - A espiga mais cheia e bonita é a que servirá de semente. Fonte: Wikimedia Commons, 2020.

contemporâneos são grandes e pesados e, assim, não são facilmente dispersos pelo vento e pelos pássaros. Se fossem deixados sozinhos na natureza, esses simplesmente cairiam ao chão, no qual esses brotariam todos juntos, muito próximos uns dos outros para poderem crescer e produzir grandes plantas saudáveis. E enquanto algumas sementes de plantas são dispersadas por ingestão de animais (e depois expelidas com fezes), os grãos de milho são mais bem digeridos, de

tal modo que não são mais viáveis quando expulsos (esses perderam o casco duro de sementes que seu antepassado tinha). Assim, esses grãos não podem ser dispersos dessa maneira.

Outro fator muito importante que ocorre com o processo de domesticação é a diminuição da diversidade genética das variedades cultivadas, pois apenas certas plantas estão sendo selecionadas e propagadas. Pois bem, a uniformidade (genética) nos cultivos visando melhorar o desempenho de máquinas e implementos agrícolas, por exemplo, na colheita mecânica, ou a padronização do produto da colheita, representa, indubitavelmente, um grave risco. Esse processo torna os cultivos mais vulneráveis a novas doenças e prejuízos causados por adversidades climáticas. O homem, ao tornar as plantas cultivadas cada vez mais uniformes, também as torna mais vulneráveis.

Entretanto, a diversidade geralmente permanece nos parentes silvestres das espécies cultivadas e pode ser reintroduzida por melhoramento intencional de plantas. É isso que vários pesquisadores estão tentando realizar. Há várias pesquisas que procuram os **“Centros Geográficos de Origem e Diversidade dos Vegetais de Interesse Agrícola”**.

Figura 8 - Domesticação do milho. Fonte: SEEDNEWS, 2018. Disponível em: www.seednews.com.br/artigos/2871-o-poder-do-germoplasma-edicao-novembro-2018. Acesso em: 21 maio 2020.



Esses Centros estudam os locais de origem de certas espécies cultivadas, com o objetivo de descobrir os ancestrais dessas espécies e estudar suas características, as quais podem ser úteis para as espécies que são cultivadas atualmente. Com essas informações, os cientistas podem realizar experimentos que permitam a manipulação dos genes das plantas, melhorando-as para o cultivo atual.



O MILHO DE HOJE

Antigos agricultores, há cerca de 10.000 anos atrás, onde atualmente é o México, deram os primeiros passos na domesticação do milho ao escolherem as sementes a plantar. Os agricultores verificaram que nem todas as plantas eram iguais. Algumas plantas cresciam mais do que outras, alguns grãos eram melhores ou mais fáceis de moer.

Assim, os agricultores começaram a guardar os grãos das plantas que possuíam as características desejáveis para plantar no próximo cultivo. As espigas de milho se tornaram maiores ao longo do tempo, com mais fileiras de grãos, assumindo a forma do milho moderno.

Através do estudo da genética, sabemos hoje, que o ancestral selvagem do milho é uma gramínea chamada teosinto. O teosinto é diferente do milho, especialmente, quando se comparam as espigas de ambos, mas em âmbito do DNA são muito parecidos (Learn Genetics, s.d).

Apesar do que o nome pode sugerir, a **Revolução Agrícola** não foi um evento rápido. Na verdade, foi um longo processo de evolução da agricultura que transformou a vida da época.

Bem, nesse período houve várias consequências positivas, no entanto, também houve consequências negativas para todo o ecossistema, não só para o homem. Vamos conhecer alguns.

A) Consequências para a saúde

A partir do período neolítico, com o início das primeiras plantações se reduziu muito a diversidade de alimentos disponíveis e o homem diminuiu drasticamente sua alimentação somente a base de carnes (proteínas) e passou a se alimentar mais dos vegetais que produzia. Essa mudança na alimentação gerou uma nutrição mais pobre, expectativa de vida mais curta, e um estilo de vida mais trabalhoso do que os caçadores-coletores. Os agricultores passaram a sofrer com anemia, deficiências vitamínicas, deformações da coluna vertebral e patologias dentárias.

Mas, será que o surgimento da agricultura, a domesticação dos grãos, a formação de aldeias e cidades, só trouxe mudanças positivas para o homem?

A população neolítica também passou a desenvolver mais doenças, pois agora passaram a viver em maior proximidade. Com o desenvolvimento das cidades e a conseqüente aglomeração urbana e, com a domesticação dos animais, os resíduos produzidos começaram a causar problemas, por falta de saneamento básico, havendo a disseminação de doenças e, algumas vezes, causando epidemias.

Como a agricultura surgiu em vários locais ao mesmo tempo, as conseqüências para os povos neolíticos também foram diferentes, mais acentuadas em algumas localidades do que em outras.



A carne vermelha (consumida pelos caçadores-coletores) é rica em proteínas, ferro, zinco, fósforo, potássio, magnésio e selênio.

- 1) Qual o símbolo dos elementos: ferro, zinco, fósforo, potássio, magnésio e selênio? Onde se localizam na tabela periódica?
- 2) As carnes são alimentos ricos em proteínas. Qual a importância desse composto para o bom funcionamento do nosso organismo?
- 3) As proteínas são formadas por ligações entre os aminoácidos, através de ligações peptídicas. Pesquise alguns aminoácidos (isoleucina, valina, leucina, fenilalanina, treonina, metionina, histidina e lisina), escreva a fórmula estrutural de cada um desses. Quais elementos químicos compõem cada aminoácido? Qual o nome e o símbolo de cada um? Onde se localizam na tabela periódica? Qual o número atômico e a massa atômica de cada um desses?
- 4) Os cereais, bastante consumidos pelos agricultores, são ricos em carboidratos. Qual a importância dos carboidratos para o bom funcionamento do nosso organismo?
- 5) Alguns carboidratos bem conhecidos são a sacarose, a frutose, a glicose e a galactose, entre vários outros. Qual a fórmula estrutural e molecular desses compostos? Quais elementos químicos os constituem?
- 6) Além das proteínas e dos carboidratos que outros tipos de nutrientes devem estar presentes em nossa alimentação?
- 7) Qual a importância de se ter uma alimentação rica em diversos tipos de alimentos?
- 8) No período neolítico já havia o domínio do fogo. A queima da madeira e o cozimento dos alimentos são exemplos de reações químicas ou físicas? Como você justifica sua resposta?



Alimentação alterou o modo de falar do homem ao longo da evolução.

Estudos realizados na Universidade de Zurique comprovaram que o homem adquiriu a pronúncia labiodental, que lhe permite falar f e v, por exemplo, quando no Período Neolítico modificou sua dieta, ingerindo alimentos macios, processados e cozidos. A arcada dentária se ajustou à ingestão de alimentos macios e cozidos, ampliando, também, as habilidades sonoras.

Fonte: Jornal Correio Brasiliense. Publicado em 15 de mar. de 2019. Disponível em: www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2019/03/15/interna_ciencia_saude,743092/alimentacao-alterou-modo-de-falar-do-homem-ao-longo-da-evolucao.shtml. Acesso em: 20 de jun. de 2020.



Foto: Valdo Virgo/CB/D. A. Press

B) Consequências para a organização social

No início da agricultura, ainda não se pode citar a presença de um poder político superior, pois as principais decisões eram deixadas a cargo do membro mais velho de cada família. Com o passar do tempo, a sedentarização e a revolução demográfica neolítica fizeram com que aparecessem também as primeiras vilas agrícolas. Ao habitar em aldeias e vilas, houve uma transformação radical em sua organização política, socioeconômica, cultural e administrativa. Isso não ocorreu do dia para a noite. Essas transformações na sociedade foram ocorrendo durante centenas de anos.

O trabalho passa a ser dividido entre homens e mulheres, os homens cuidam da segurança, caça e pesca, enquanto as mulheres plantam, colhem e cuidam dos filhos. Com o excedente produzido houve o começo de trocas de produtos, iniciando-se o comércio. Desse modo, as vilas iam crescendo, o excedente precisava ser guardado e comercializado com outras vilas e, assim, foram sendo criados vários postos de trabalho, que precisaram de líderes para organizar a nova sociedade que estava surgindo. Com todas essas mudanças, havia os donos das terras, que, às vezes, nem precisavam plantar, pois pagavam outras pessoas para plantar para eles.

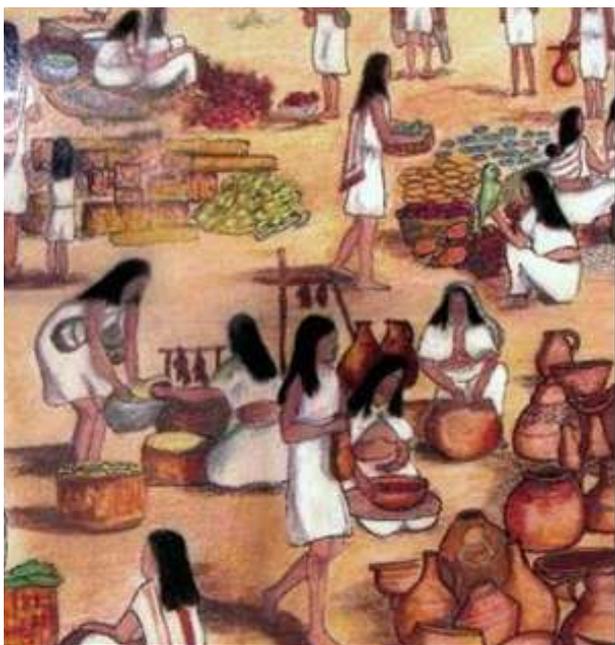


Figura 9 - Reconstituição do comércio de troca no período neolítico. Fonte: SALES, Derek Van der Vinne. Disponível em: www.docplayer.com.br/85125574-Pre-historia-conceito-dividido-em-periodo-paleolitico-neolitico-idade-dos-metais-periodo-historico-anterior-a-invencao-da-escrita.html. Acesso em 03 de ago. de 2020

As relações de troca de excedentes de grãos e outros produtos podem ser consideradas como a base para o comércio, uma das características do capitalismo atual. As moedas e o sistema de pesos e medidas só vieram a surgir anos depois, como uma forma de padronizar a crescente atividade. A busca por simplificar e reduzir o tempo nos cálculos resultou no surgimento do ábaco e de outras calculadoras, que posteriormente deram origem aos primeiros computadores analíticos.

O desenvolvimento de sociedades complexas acabou exigindo uma nova configuração política. A autoridade patriarcal e familiar já não era mais suficiente para controlar os novos grupos sociais. Foi necessária a criação de leis e de líderes, foi então que surgiu o Estado.

C) Consequências para o meio ambiente

Foi nesse período que a humanidade começou a transformar o meio ambiente para adaptá-lo às suas necessidades. As plantações, principalmente em localidades próximas a alguns rios, como o Rio Tigre e Rio Eufrates, foram mudando a paisagem. Próximo a esses rios, os planaltos eram cobertos por matas de carvalhos e essas árvores eram mortas por descortinação ou mais propriamente por cintamento, isto é, retirando um anel completo da casca da árvore, resultando dessa operação a morte da árvore. As árvores mortas eram eliminadas do terreno de cultivo ateando-se fogo.

Além disso, a repetição do plantio na mesma área, sem aporte de fertilizantes, nutrientes para as plantas, terminava por exaurir o solo, então o agricultor abandonava o local e se abriam clareiras em locais mais afastados. Esse tipo de cultivo é denominado, pelos geógrafos, de agricultura de “corte e queimada”. Ainda sobrevive em muitos lugares remotos e até em paragens isoladas do Brasil. Além disso, a domesticação de grãos trouxe uma modificação no ecossistema, diminuindo a diversidade de espécies, e causando um desequilíbrio ambiental.

Com menos espécies e a monocultura foram aumentando os predadores (pragas) desta espécie, e diminuía-se a quantidade de outros insetos. Logo, o que sempre motivou o homem a desenvolver coisas novas foi a necessidade.



Figura 10 - Monocultura modificando a paisagem natural no período neolítico. Fonte: Ancient Origins, 2018. Disponível em: <https://www.ancient-origins.net/history-important-events/neolithic-revolution-0010298> . Acesso em: 29 de jul. de 2020.

Hoje em dia não é diferente, o que mudou foi apenas o foco. Antes o homem precisava de armas de caça e pesca e agora precisa descobrir técnicas de curar doenças, novas ferramentas para auxiliar o plantio, desenvolver novas tecnologias, entre tantas coisas. O que foi criado pode ser aperfeiçoado ao longo do tempo ou servir de base e inspiração para a criação de novas coisas, mas, o mais importante, influencia diretamente ou indiretamente no estilo de vida, tanto daquele período como em nossa atualidade.



Figura 11 - Os comedores de batata de Van Gogh. Fonte: Artrianon, 2018. Disponível em: www.artrianon.com/2018/05/31/obra-de-arte-da-semana-os-comedores-de-batatas-de-van-gogh/. Acesso em: 04 de ago. de 2020.

Figura 12 - Esculturas em Dublin em homenagem às vítimas da Grande Fome. Crédito: TAI, Kaihsu. 2006.





Exemplo muito ilustrativo do perigo da cultura geneticamente uniforme sofrer sério prejuízo causado pela doença é dado pelo ataque da *Phytophthora infestans* da batatinha, na Irlanda, no ano de 1846, com perda de 90% da colheita. Isso resultou em fome e morte de dois milhões, aproximadamente, de camponeses pobres que tinham na batatinha seu principal sustento.

Na época, a fome e a crise social obrigaram os irlandeses a emigrar em massa, principalmente, para os Estados Unidos da América. Entre os irlandeses famintos, que então abandonaram a terra natal, encontrava-se o bisavô do presidente John F. Kennedy.

Em 1970, a doença foliar causada pelo fungo *Helminthosporium maydis* causou a perda de, aproximadamente, 15% da safra de milho nos Estados Unidos (uma perda ao redor de um milhão de dólares), pois essa doença se manifesta em um determinado tipo de milho utilizado amplamente pelos produtores de sementes híbridas.

Visando conhecer a região na qual teve origem as espécies cultivadas, para poder encontrar uma maior variedade de raças e diversidade genética, existem várias pesquisas sobre “Centros geográficos de origem e diversidade dos vegetais de interesse agrícola”.

A uniformidade genética nos cultivos visando melhorar a produção de grãos, o desempenho de máquinas e implementos agrícolas, por exemplo, na colheita mecânica, ou a padronização do produto da colheita, representa, indubitavelmente, um grave risco. Torna os cultivos mais vulneráveis a novas doenças e prejuízos causados por adversidades climáticas.

As espécies selvagens, presentes nestes Centros Geográficos, podem auxiliar os pesquisadores, fornecendo genes que são resistentes a certas pragas ou a variações climáticas.

Fonte: (Texto adaptado) PONS, Miguel Angel.

História da Agricultura. 2. ed. ampl. Caxias do Sul: Ed. Maneco, 2008.



1) Como ocorreu a construção do conhecimento, principalmente, em relação à agricultura, durante o período neolítico?

2) Qual a importância das descobertas realizadas nessa época para a Química e a Biologia?



Que tal criar um blog para a turma, a fim de divulgarem os resultados das discussões e pesquisas para um número maior de pessoas, ao mesmo tempo em que podem realizar um projeto colaborativo, no qual todos participam da construção dos conhecimentos.

Uma dica é criar o blog através da plataforma do google, acessando o link <http://www.blogger.com/>, mas existem várias outras plataformas disponíveis.

Boa Sorte!



1- **Agricultura a Origem.** (Vídeo 12:23 min). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oWezdS9Gp_Q. Acesso em: 22 maio 2020.

2- **Agricultura abala nosso mundo.** (Vídeo 7:03 min) Produção Khan Academy. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=HZ_ZjNKy4Cw. Acesso em: 22 maio 2020.

3- **O que é melhoramento genético de plantas?** (Vídeo 7:45 min) Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MS8vkT-g6Js>. Acesso em: 22 maio 2020.

4- **Agricultura: História e futuro da humanidade.** (Notícia) Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/historia-da-agricultura/>. Acesso em: 22 maio 2020.

5- **Quem inventou a agricultura?** (Notícia) Disponível em: <https://epoca.globo.com/vida/noticia/2016/07/quem-inventou-agricultura.html>. Acesso em: 22 maio 2020.

6- **Alimentação alterou o modo de falar do homem ao longo da evolução.** (Notícia) Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2019/03/15/interna_ciencia_saude,743092/alimentacao-alterou-modo-de-falar-do-homem-ao-longo-da-evolucao.shtml. Acesso em: 01 jun. 2020.

7- PONS, Miguel Angel. **História da Agricultura.** 2. ed. ampl. Caxias do Sul: Ed. Maneco, 2008.

CAPÍTULO 2

Como surgiram os agrotóxicos?

- No período neolítico ainda não existiam os agrotóxicos, mas já se começava a ter problemas com pragas.
- Como eles controlavam essas pragas?
- Como, e quando surgiram os produtos químicos denominados agrotóxicos?

Desde o surgimento da agricultura, por volta de 10.000 a.C., os campos cultivados se tornaram fontes de alimento para as mais variadas espécies de insetos, roedores, fungos e bactérias. Nos sistemas naturais, as espécies tendem para o equilíbrio dinâmico, pois os fatores que regulam cada espécie, conhecidos como resistência ambiental, atuam toda vez que esse equilíbrio é quebrado.

Entretanto, a seleção de tipos mais produtivos e apropriados para o consumo humano em um número relativamente pequeno de espécies domesticadas (41% da produção é de cereais), associada ao monocultivo, à quebra do isolamento pelo aumento da

área cultivada e à movimentação de germoplasma, contribuiu para o aumento populacional de determinadas espécies de insetos-praga, patógenos e plantas daninhas nos agroecossistemas, pelo fornecimento abundante de hospedeiros (alimentos) ou condições ambientais favoráveis.

Assim, os fatores ambientais (físicos, químicos e biológicos) e o tipo de manejo das culturas determinam a densidade e a predominância de espécies presentes no agroecossistemas e seus impactos na produção e qualidade dos produtos colhidos.

Praga biológica é como chamamos as espécies que crescem de forma descontrolada, ou estão fora de seu habitat natural, prejudicando o homem, ou o ecossistema, seja provocando doenças, ou mesmo desequilíbrios nas comunidades e

Um germoplasma pode ser entendido como uma amostra de material genético com capacidade de manter as características de uma população mesmo com o passar do tempo. Bons exemplos de germoplasmas são: pólen, sementes e células entre outros materiais

O conceito oficial de praga foi estabelecido pela FAO como sendo: "Qualquer espécie, raça ou biotipo de vegetais, animais ou agentes patogênicos, nocivos aos vegetais ou produtos vegetais".

em atividades como agricultura, podendo resultar em sérios prejuízos econômicos. A superpopulação de uma determinada espécie, provavelmente, causará desequilíbrios ecológicos, como a extinção de outras espécies, mudança na composição e estrutura de comunidades, surtos de doenças infecciosas e epidemias de parasitas, devastação de plantações etc.

Nesses casos, chamamos essas superpopulações de praga. As pragas fazem parte da História há milhares de anos. Na própria Bíblia há registros sobre pragas, insetos e fungos, que devastaram as plantações.

Quando há a preservação dos ecossistemas, ou seja, o conjunto de comunidades ali viventes e seus fatores abióticos, sem ocorrência de distúrbios que ocasionem uma diminuição da diversidade de espécies ou danos aos recursos naturais, podemos dizer que há equilíbrio ecológico.

No Velho Testamento há várias passagens que relatam o ataque de pragas nas plantações, como por exemplo:

Feri-vos com crestamento e ferrugem; a multidão das vossas hortas, e das vossas vinhas, e das vossas figueiras, e das vossas oliveiras, foi devorada pela locusta (gafanhotos⁴); contudo não vos convertestes a mim, diz o senhor (Amós 4:9).

Ainda no Velho Testamento se encontram muitas outras referências a pragas, como: os gafanhotos, e doenças, como a ferrugem dos cereais, doenças em videiras, oliveiras, figueiras e outras plantas que constituíam, naquele tempo, a base da alimentação do povo.

Vocês plantarão muitas sementes, mas a colheita será pequena porque os gafanhotos acabarão com tudo. Vocês farão plantações de uvas e cuidarão delas, mas não colherão uvas nem beberão do vinho, pois os bichos acabarão com as plantas (Deuteronômio 28: 38-39).

Naquela época, as pragas eram consideradas castigos dos deuses em consequência do comportamento inadequado dos homens. Sendo um castigo, o homem buscava rituais religiosos ou magias para combater as pragas. Os gregos e os romanos tinham deuses específicos para prevenir ou exterminar as pragas.



4. Em algumas traduções da Bíblia, no lugar de locusta há a tradução para gafanhotos.

Figura 13 - Fasti Praenestini: calendário romano com a indicação da Robigalia. Fonte: Wikimedia Commons, 2020.

O conhecimento dos elementos químicos, seus símbolos, localização na tabela periódica e ligações químicas são essenciais para compreender a estruturas dos compostos químicos e suas características. Existe um aplicativo on-line que apresenta a tabela periódica e as propriedades dos elementos químicos. Disponível em: <https://ptable.com/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2020.

Na antiga Roma, por exemplo, anualmente eram celebradas festividades populares com rituais de sacrifícios. Tais festejos eram conhecidos pelo nome de ROBIGALIA. Os romanos acreditavam que com esses cultos religiosos os campos de trigo ficariam protegidos da temível doença da "ferrugem", ou

seja, ao longo dos séculos, o homem sempre buscou meios de combater essas adversidades naturais.

Pouco progrediu na Idade Média o estudo das doenças das plantas. Com o passar do tempo, e por meio de observações e experimentos baseados no método de tentativa e erro, foram identificados vários compostos químicos eficazes no combate aos insetos e fungos. Ainda não eram conhecidas as fórmulas e a composição química dos compostos utilizados.

Já em 2500 a. C., os sumérios utilizavam o **enxofre** no combate aos insetos. Por volta de 400 a. C., o piretro (figura 15), proveniente de flores secas de plantas do gênero *Chrysanthemum cinerariaefolium* (figura 14) era utilizado para controlar piolhos.



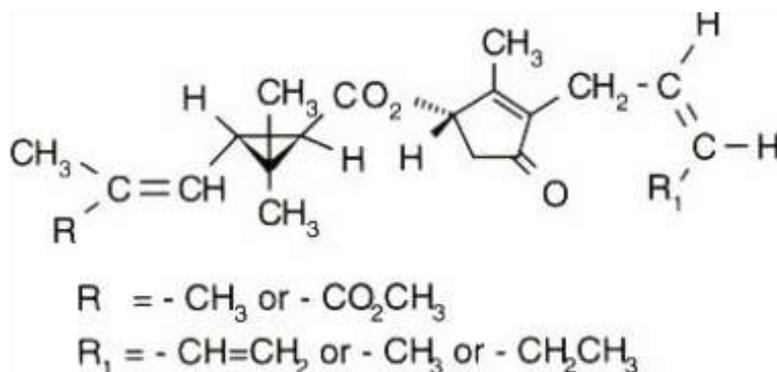
Figura 14 - Flores da planta do gênero *Chrysanthemum cinerariaefolium*.
Fonte: www.br.pinterest.com/pin/853150723132959520/.
Acesso em: 04 ago. 2020.

No século XIV, os chineses começaram a utilizar compostos de **arsênio** para controlar insetos. Eles também desenvolveram outros métodos de controle de pragas, incluindo o uso de ervas, óleos e cinzas, para tratar sementes e grãos

<p>Enxofre 32,066 16 S PF = 115 °C PE = 445 °C d = 1,95 g/cm³</p>	<p>Arsênio 74,92 33 As PF = 817 °C PE = 614 °C (sublimação) d = 5,72 g/cm³</p>	<p>Mercurio 200,59 80 Hg PF = -38,8 °C PE = 356,7 °C d = 13,456 g/cm³</p>
---	--	---

Figura 16 - Alguns elementos químicos utilizados na formulação de misturas para o combate aos insetos. Fonte: Os autores, 2020.

Figura 15 - Fórmula estrutural de alguns princípios ativos do piretro. Fonte: Anvisa, 2020.



armazenados, bem como compostos à base de **mercúrio** e **arsênio** para combater piolhos e outras pragas.

Com o desenvolvimento da agricultura, no século XVIII, novas práticas agrícolas foram introduzidas como, por exemplo, a utilização de fertilizantes em larga escala e de máquinas para plantar sementes e, para colheita e processamento de alimentos. Em consequência da utilização desses novos mecanismos agrícolas, os problemas com as pragas se agravaram a partir da metade do século XIX, surgindo então os primeiros estudos científicos sobre o uso de compostos químicos, visando o controle de pragas agrícolas. Alguns compostos inorgânicos e extratos vegetais já eram utilizados nessa época.

No final do século XIX, foram sintetizados vários compostos com o objetivo de controlar diferentes pragas, além de diversas misturas, tais como: enxofre e cal (calda sulfocálcica – cujo princípio ativo é o polissulfeto de cálcio (CaS_5)), utilizada no controle do fungo responsável pela sarna-da-maçã; mistura de sulfato de cobre e cal (calda bordalesa – cujo princípio ativo é o hidróxido de cobre II), utilizada no combate ao fungo causador do míldio, doença que ataca as uvas; arsenito de cobre (CuHAsO_3), também conhecido como Verde de Paris, utilizado para controlar o besouro da batata nos Estados Unidos; sulfato ferroso (FeSO_4) utilizado como herbicida seletivo; derivados de fluoretos inorgânicos, como o fluoreto de sódio (NaF), utilizado no controle de insetos, como as formigas.

É importante considerar que muitos compostos inorgânicos utilizados em larga escala eram muito tóxicos, como foi o caso do ácido cianídrico (HCN) empregado nos Estados Unidos, no final do século XIX, utilizado para eliminar insetos em moradias. Apesar desse tratamento ter sido inicialmente muito eficaz, após algum tempo, os insetos desenvolveram resistência a esse ácido.

Também foram utilizados compostos orgânicos de origem vegetal no combate às pragas. É o caso do piretro ou pó da Pérsia, proveniente de flores secas de *Chrysanthemum cinerariaefolium*, que teve seu uso difundido no século XIX. Os constituintes

Piretrinas são inseticidas naturais produzidos a partir de extratos de flores do gênero *Chrysanthemum*, os crisântemos, já os piretroides são inseticidas sintéticos que têm estrutura e ação semelhante às piretrinas. Foram desenvolvidos para substituir as piretrinas, pois estas são muito instáveis.

químicos presentes no piretro e que são responsáveis pela atividade inseticida são as piretrinas. Em razão da baixa disponibilidade e fotoinstabilidade, estas substâncias não são utilizadas na agricultura, apenas em ambientes domésticos. Esse fato colaborou para o desenvolvimento de produtos fotoestáveis análogos aos produtos naturais, denominados genericamente de piretroides.

Em razão do largo espectro de atividade contra os artrópodes, da baixa dosagem requerida, do baixo risco para os aplicadores e do baixo impacto ambiental, os



Figura 17 – Planta Nicotina tabacum e fórmula estrutural da nicotina. Fonte: Adaptado de https://pt.wikipedia.org/wiki/Nicotiana_tabacum. Acesso em: 04 ago. 2020

piretroides obtiveram um grande sucesso comercial.

Com a chegada do fumo ao Continente Europeu, planta do Novo Mundo, começou a se utilizar o tabaco como inseticida natural nos pomares de ameixeiras, no controle dos insetos prejudiciais. Obtinha-se das folhas de fumo (tabaco) o seu extrato em água quente, extrato que continha como princípio ativo a nicotina. O líquido

era pulverizado para atingir e molhar os insetos. Algumas pessoas ainda utilizam essa técnica para utilização caseira. No final do século XIX e início do século XX, começaram a ser desenvolvidos inseticidas orgânicos sintéticos.

O marco para o desenvolvimento de compostos orgânicos sintéticos foi a transformação do composto inorgânico cianato de amônio em ureia, que é um composto nitrogenado presente na urina, e sua síntese foi efetuada pelo químico alemão Friedrich Wöhler, em 1828. Acreditava-se, naquela época, que compostos orgânicos não poderiam ser sintetizados em laboratório, sendo produzidos apenas pelos organismos vivos.

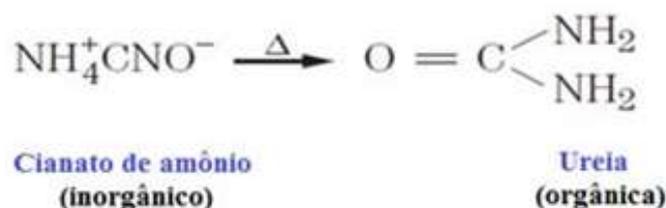


Figura 18 - Reação de síntese da ureia. Fonte: www.infoescola.com/quimica/sintese-de-wohler/. Acesso em: 04 ago. 2020.

Os inseticidas orgânicos sintéticos começaram a ser utilizados em grande escala na década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, a fim de proteger os soldados das regiões tropicais e subtropicais da África e da Ásia, das pragas transmissoras da doença-do-sono, malária, entre outras.

Em função da necessidade de proteger o exército, as pesquisas de novos inseticidas foram impulsionadas, o que resultou no desenvolvimento de vários agrotóxicos que são usados ainda hoje. Apesar de existir no mercado um grande número de compostos para controlar as mais diversas pragas, como: ervas daninhas, insetos, fungos e outros organismos, existe uma demanda crescente por novos produtos, uma vez que os organismos desenvolvem resistência a tais compostos após certo tempo de contato.

Com isso, estes passam a ser menos efetivos e, muitas vezes, perdem totalmente a atividade. Outro aspecto importante a considerar é o surgimento frequente de novos insetos-pragas, plantas daninhas e fungos, havendo a necessidade do estudo de novos produtos para controlar tais organismos.



Vários químicos, alguns muito conhecidos, colaboraram para o desenvolvimento científico da agricultura a partir do século XVI. Alguns mais conhecidos:



Jan Baptista van HELMONT (1577-1644), médico e alquimista holandês. Para este cientista a água era o princípio nutritivo das plantas. Ele realizou várias experiências nas quais pesava a terra colocada em um vaso e a planta, e após alguns anos, pesava novamente a terra e a planta crescida. Helmont concluiu que o aumento da massa da planta (quando crescida) se deve unicamente a água, adicionada no decorrer da experiência.



Robert BOYLE (1627-1691), conhecido, atualmente, por ter enunciado a lei da variação do volume de um gás com a pressão (Lei de Boyle-Mariotte). Boyle realizou a mesma experiência que Helmont, utilizando uma abóbora. Da análise química elementar da planta concluiu que todos os seus constituintes (segundo os conhecimentos químicos da época: sais, terra, óleo e energia) foram produzidos pela água.



Johan Rudolf GLAUBER (1604-1668), químico alemão, divulgou em seu livro A prosperidade da Alemanha, a hipótese de que o salitre (nitrato de potássio) era o “Princípio da Vegetação”. Ao adicionar salitre no solo cultivado, verificou que era produzido grande aumento nas colheitas. Assim, o salitre, ao alimentar as plantas, agia no solo como fertilizante, como adubo.



Joseph PRIESTLEY (1733-1804), químico inglês, em 1775 tratou dos efeitos que a presença das plantas causa no ar. Através de várias experiências, concluiu que as plantas purificam a atmosfera, revertendo os efeitos da respiração.



Justus von LIEBIG (1803-1873) comprovou que as plantas cultivadas obtêm os nutrientes necessários do gás dióxido de carbono do ar, bem como da água do solo, retirando o nitrogênio, o fósforo e o potássio presentes naquela água. Considerou depois, através de observações, que era a atmosfera a fonte de nitrogênio necessário às plantas. Liebig patenteou, assim, um adubo químico (que viria a redundar em fracasso comercial). Liebig é considerado o “Pai da Química Agrícola”.



Fritz HABER (1868-1934), químico alemão, desenvolveu um processo tecnológico pelo qual o nitrogênio era obtido de uma fonte praticamente inesgotável: da atmosfera, que contém 78% desse elemento. A amônia sintética poderia ser tratada com algum ácido para se transformar em um sal, isto é, em sulfato de amônia, que é um substituto do nitrato do Chile.

Esses são apenas alguns dos vários químicos que até hoje contribuem efetivamente para o desenvolvimento de substâncias que auxiliam na agricultura.

Fonte: (Adaptado) PONS, Miguel Angel. **História da Agricultura**. 2. ed. ampl. Caxias do Sul: Ed. Maneco, 2008.

2.1 A história do DDT

Entre os anos de 1872 e 1874 (não há concordância na literatura quanto a data exata), um químico de Estrasburgo (cidade francesa que, naquela época, pertencia à Alemanha) de nome Othmar Zeidler, sintetizou um novo composto orgânico, de nome 2,2,2-tricloro-bis-(4-clorofenil) etano, ou mais conhecido como DDT. Entretanto, nenhuma utilidade prática foi descoberta para o DDT na época e, assim como muitos outros, esse novo composto ficou guardado nas prateleiras à espera de uma utilidade futura.

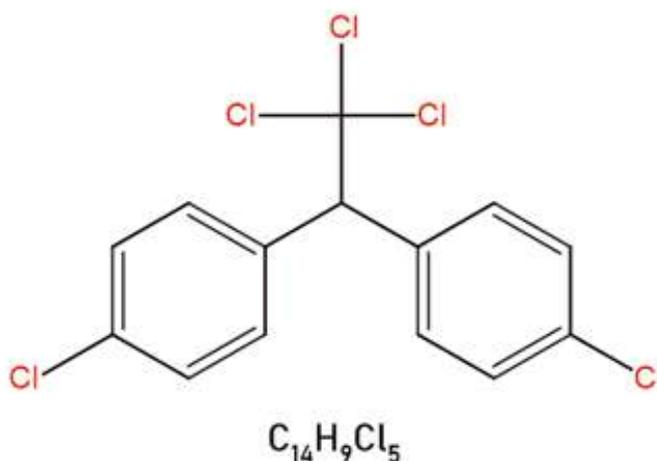


Figura 19 - Fórmula estrutural e molecular do DDT. Fonte: Os autores⁵, 2020.

Em 1939, ou seja, mais ou menos 67 anos depois, durante a Segunda Guerra Mundial, o químico Paul Müller, da companhia suíça GEISY, observou que o DDT, sintetizado por Zeidler, era um poderoso inseticida, o que lhe agraciou o prêmio Nobel de Fisiologia de 1948, e que foi considerado o primeiro inseticida moderno. A sua pronunciada propriedade inseticida, aliada com a baixa solubilidade em água, alta persistência e sua forma de ação, desconhecida até aquele momento, propiciou resultados verdadeiramente notáveis e seu uso rapidamente se expandiu.

Seu amplo uso iniciou em 1943, não na agricultura, mas na Segunda Guerra Mundial, quando os japoneses cortaram o suprimento de piretrinas e diversos países desviaram para fins bélicos substâncias como sais de cobre e chumbo,

5. As estruturas dos compostos químicos foram criadas pelos autores utilizando o programa ChemSketch.



Figura 20 - Soldados britânicos pulverizando DDT em prisioneiros libertados de campo de concentração de Bergen-Belsen na Alemanha. Fonte: www.nytimes.com/es/2019/10/17/espanol/ciencia-y-tecnologia/ddt-nazi-malaria.html. Acesso em: 04 ago. 2020.

tradicionalmente utilizados como pesticidas.

Foi preciso encontrar substitutos que protegessem os soldados contra pragas de piolhos, carrapatos e outros parasitas transportadores de micróbios e causadores de diferentes moléstias. O DDT em pó foi pulverizado na pele da população e das tropas norte-americanas na Europa, para prevenir epidemias de *tifo exantemático* transmitidas por piolhos, que causavam alta mortalidade. Logo que terminou a guerra, em 1945, o novo inseticida sintético entrou em uso em todo o mundo para destruir os insetos domésticos quanto para combater as pragas da lavoura ou os mosquitos transmissores de malária e outras doenças epidêmicas.

Seu efeito era tão prolongado que, uma vez aplicado às paredes internas de uma casa, matava qualquer inseto que aí pousasse, mantendo essa ação por vários meses.

O DDT é preparado pelo aquecimento de cloral hidratado e clorobenzeno, usando-se o ácido sulfúrico como catalisador. O estado químico do DDT é sólido em condições de temperatura entre 0° a 40 °C.

É insolúvel em água, mas solúvel em compostos orgânicos como a gordura e o óleo, e tem um odor suave. É um composto aromático por conter, em sua estrutura química, dois anéis benzênicos com cinco radicais cloretos.



Figura 21 - Propaganda de 1950 de produto à base de DDT. Fonte: Adaptado de www.anosdourados.blog.br/2012/01/imagens-anuncio-detefon.html. Acesso em: 04 ago. 2020

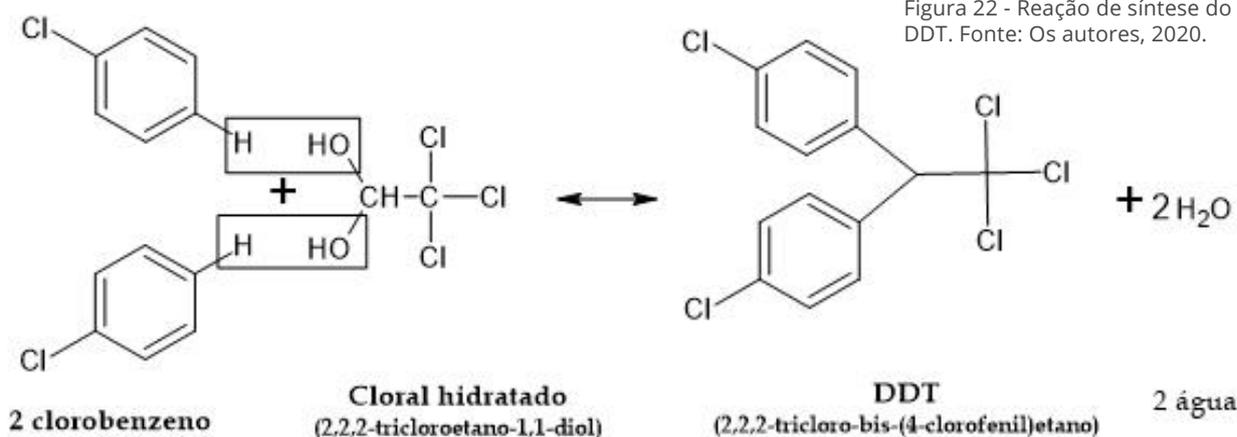


Figura 22 - Reação de síntese do DDT. Fonte: Os autores, 2020.

Quando a reação atinge o equilíbrio, joga-se a mistura em água e o DDT precipita, visto ser praticamente insolúvel.

O grande sucesso do novo inseticida foi logo acompanhado de uma grande decepção, seu efeito fulminante sobre moscas, mosquitos, baratas e outros insetos nocivos começou a diminuir depressa. Com o passar do tempo, era cada vez menor o número de insetos que morriam com o emprego do DDT, o que acarretou a utilização de doses cada vez maiores.

A explicação para esse fato reside em um fenômeno chamado **resistência biológica**. Em toda a população de moscas, por exemplo, existem raríssimos exemplares que são imunes ao DDT, isto é, umas poucas moscas que, pela sua constituição, não morrem quando em contato com o inseticida. Ora, como todas as outras moscas (as sensíveis ao DDT) morrem, em várias gerações sucessivas teremos um número bem maior de moscas resistentes do que moscas sensíveis. Finalmente, a aplicação do DDT só matará as raras moscas sensíveis que ainda existirem, enquanto a grande maioria resistente permanecerá viva, imune ao veneno.

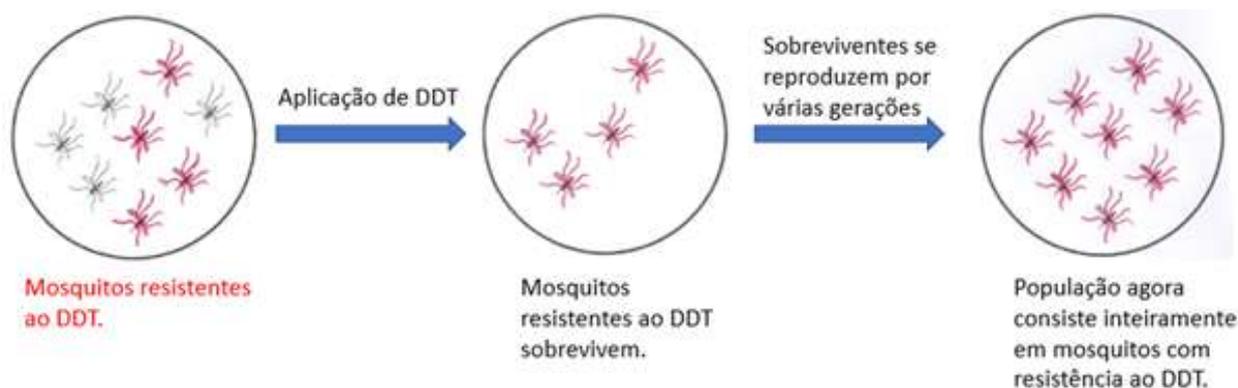


Figura 23 - Esquema de resistência de mosquitos ao DDT. Fonte: Os autores, 2020.

É claro que esse fenômeno da resistência será tanto maior e mais rápido quanto mais frequentes e maiores forem as aplicações do inseticida. Os químicos então passaram a inventar novas fórmulas de inseticidas, como o BHC (hexaclorocicloexano) e muitos outros. No entanto, cada um desses foi originando o mesmo problema de resistência. Por fim, para resolver esse problema se decidiu misturar todos esses nas aplicações, pois o inseto resistente a um desses dificilmente seria resistente a dois ou três.

(Texto adaptado do livro: BRANCO, Samuel Murgel. **Natureza e Agroquímicos**. 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2013).



1. Quais os elementos químicos presentes nos compostos e misturas citados no texto sobre o DDT? Onde eles se localizam na tabela periódica (grupo e período)?

2. Qual a fórmula estrutural, fórmula molecular e a massa molar dos compostos citados no texto (hidróxido de cobre II, nicotina e ureia)?

3. Quais dos compostos mencionado no item 2 são compostos inorgânicos e quais são orgânicos?

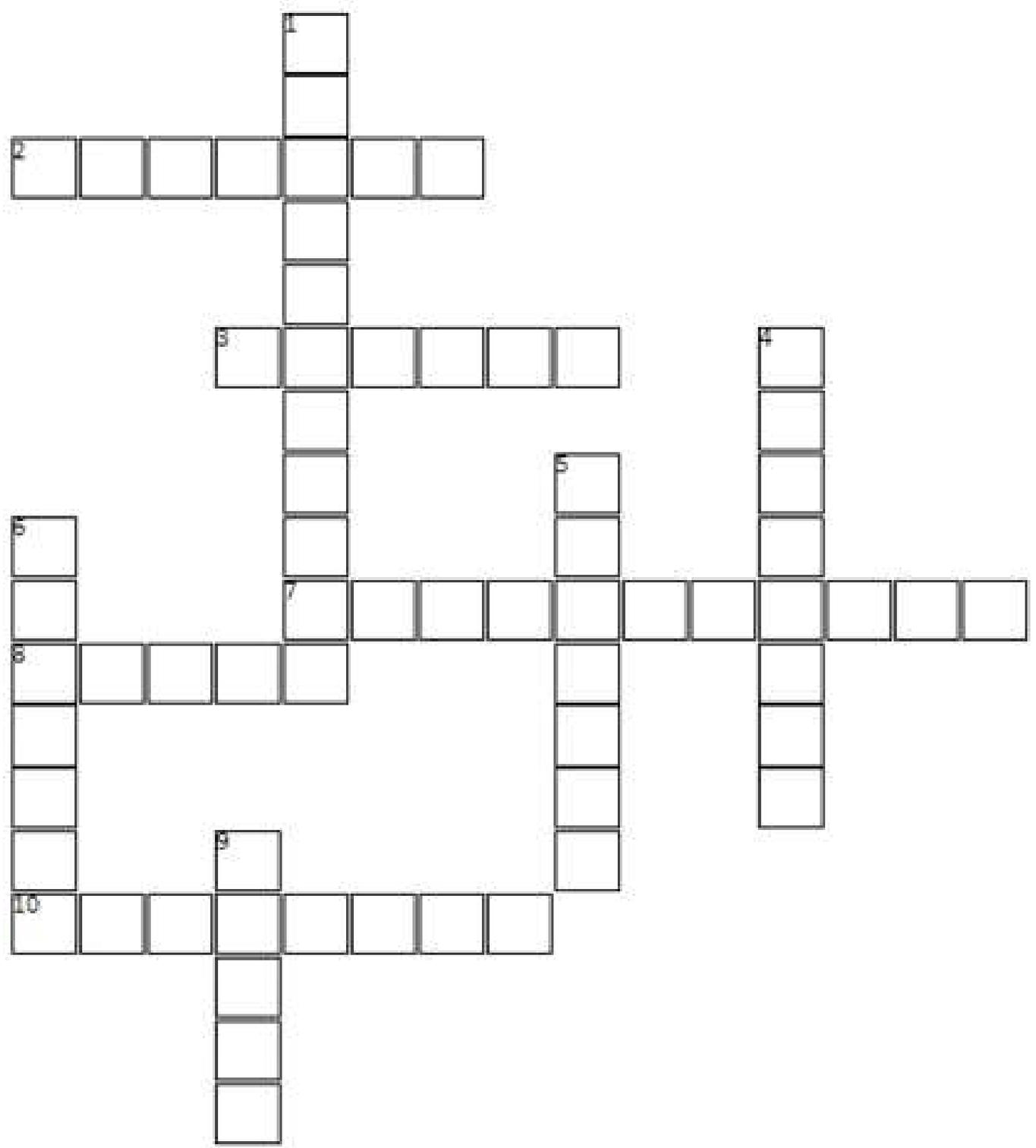
4. Ainda sobre os compostos, mencionados no item 2, quais possuem ligações iônicas e quais possuem ligações covalentes?

5. O que é a resistência biológica?



Com as respostas da tabela abaixo, preencha as palavras-cruzadas a seguir. Vamos lá! Divirta-se!

HORIZONTALIS	VERTICAIS
2: Substância extraída das flores do crisântemo e utilizada como inseticida.	1: Classificação da cadeia da substância nicotina em relação à presença ou não do heteroátomo.
3: Ligação tipicamente realizada entre um metal e um não metal.	4: Substância extraída das folhas de fumo e utilizada como inseticida natural.
7: Conjunto de fatores bióticos (seres vivos) e abióticos (físico-químicos) presentes no biótopo (ambiente físico).	5: Elemento químico utilizado como inseticida e localizado no 4º período da tabela periódica, grupo 15.
8: Espécie de animais ou vegetais que crescem de forma descontrolada prejudicando o homem e o ecossistema.	6: Grupo de organismos que possui o máximo de características semelhantes, cruzam livremente e geram descendentes.
10: Ciência que estuda as relações entre os seres vivos e o ambiente em que esses se encontram.	9: Elemento da família dos halogênios presente na estrutura do DDT.





1) Com o desenvolvimento tecnológico e a descoberta de inseticidas naturais e sintéticos ocorreram muitas mudanças no setor de produção agrícola, como a utilização de máquinas, a qual reduziu a quantidade de pessoas necessárias nas fazendas, o desenvolvimento de fertilizantes e inseticidas. Diante de todas essas transformações, quais as conseqüentes implicações sociais causadas por esse avanço?

2) Como você poderia explicar o fato de que, apesar de todo o avanço tecnológico da agricultura, tantas pessoas ainda morrem de fome?

3) Reúna-se com seus colegas e discuta qual a importância de utilizar os agrotóxicos nas lavouras?

4) Será que a Química é sinônimo de toxicidade, de impactos negativos?

5) Quem é responsável por usar a Ciência para o bem ou para o mal?



1- BRANCO, Samuel Murgel. **Natureza e Agroquímicos**. 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2013.

2- CARRARO, Gilda. **Agrotóxicos e meio ambiente**: Uma proposta de Ensino de Ciências e de Química. Porto Alegre, 1997.

3- **Diálogo sem Fronteira - A História do DDT contada pela Mídia**. Produzido por TV Uncamp (vídeo 15:58 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=B4An1PvNXII>. Acesso em: 04 ago. 2020.

4- **O veneno está na mesa**. Documentário de Silvio Tendler, 2011. (vídeo 49:11 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a6Lawf6CTek>. Acesso em: 25 ago. 2020.

CAPÍTULO 3

Afinal, o que são os agrotóxicos?

- Que tipo de substâncias podemos chamar de agrotóxicos?
- Quais as classificações dos agrotóxicos?
- A melhor nomenclatura para essas substâncias seria agrotóxicos, defensivos agrícolas, venenos, inseticidas, praguicidas?

O homem sempre buscou maneiras para combater as pragas que atacavam as plantações: desde rituais religiosos, substâncias naturais, plantas, até o desenvolvimento de produtos químicos sintéticos, chamados de agrotóxicos ou defensivos agrícolas. O uso desses insumos foi um dos grandes avanços que proporcionou o aumento da produção de alimentos.

São considerados **agrotóxicos**, de acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO), qualquer substância ou mistura de substâncias utilizadas para prevenir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas e animais, espécies indesejadas de plantas e animais, causadoras de danos durante a (ou interferindo na) produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeiras e derivados – ou que deva ser administrada para o controle de insetos, aracnídeos e outras pestes que acometem os corpos de animais de criação.



Figura 24 - Pulverização de agrotóxicos. Crédito: CRUZ., Fábio Aparecido.

Os agrotóxicos também são conhecidos como **defensivos agrícolas, agroquímicos, pesticidas, praguicidas, remédios das plantas ou produtos fitossanitários**. Estes produtos químicos, ou a misturas desses, são destinados ao uso, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas e outros ecossistemas urbanos, hídricos e industriais, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, também empregados como substâncias e produtos desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento das plantas.

Sua aplicação indiscriminada acarreta inúmeros problemas, tanto para a saúde dos aplicadores e dos consumidores, como para o meio ambiente, contaminando o solo, a água, levando à morte plantas e animais. Os princípios ativos que constituem os agrotóxicos podem ser utilizados em produtos fitossanitários ou domissanitários.

Os produtos **fitossanitários** são produtos químicos ou biológicos desenvolvidos para controlar pragas, doenças ou plantas infestantes de lavouras. Já os produtos domissanitários, ou **saneantes domissanitários** são as substâncias ou preparações destinadas à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos ou públicos, em lugares de uso comum e no tratamento da água.

Os produtos **domissanitários** são subdivididos em quatro grupos: o dos produtos de limpeza, (detergentes, lava-louças, sabão de coco etc.); os com ação antimicrobiana (tais como desinfetantes, esterilizantes, desodorizantes usados em diversos ambientes); os desinfestantes (raticidas ou inseticidas, por exemplo) e os produtos biológicos de uso domiciliar (como os que são utilizados para remover matéria orgânica de caixas de gordura). Além de incluir aqueles empregados nos hospitais ou clínicas; tanto para superfície (limpar o chão, paredes etc.) quanto para instrumentos e artigos médicos e odontológicos.

Os agrotóxicos recebem várias classificações, de acordo com alguns critérios, como: praga ou algo que controlam, toxicidade, grupo químico, grupos de mecanismos de ação e periculosidade ambiental. Vamos conhecer algumas dessas classificações?

3.1 Classificação dos agrotóxicos de acordo com a praga alvo que controlam

Praga alvo é a praga que está causando danos na lavoura ou em locais urbanos (residências, por exemplo) e que queremos eliminar ou controlar. De acordo com a praga alvo que controlam, os produtos químicos podem ser classificados,

A classificação dos seres vivos permite a análise de características comuns e, portanto, do parentesco entre as espécies.

conforme a figura abaixo:

PRAGAS		DEFENSIVOS	PRAGAS		DEFENSIVOS
INSETO		Inseticida	MOLUSCO		Moluscicida
PLANTA DANINHA		Herbicida	FOMIGAS		Formicida
ÁCARO		Acaricida	BACTÉRIAS		Bactericida
FUNGO		Fungicida	ROEDORES E RATOS		Rodenticida/raticida
NEMATÓIDE		Nematicida	LARVAS		Larvicida
CUPINS		Cupinicida	CARRAPATOS		Carrapaticida

Figura 25 - Classificação de alguns produtos químicos em relação à praga alvo que controlam. Fonte: Os autores, 2020.

Vejamos um pouco mais sobre algumas dessas pragas.

- a. Inseticidas:** são produtos à base de substâncias químicas ou agentes biológicos que controlam insetos (lagartas, percevejos, pulgões, gafanhotos, besouros, borboletas etc.)



A classe Insecta, ou insetos, reúne o maior grupo de espécies animais conhecidas assim, é o grupo mais diversificado entre o filo *Arthropoda* (artrópodes) e, conseqüentemente, entre todos os animais. O grande sucesso desse grupo no meio terrestre pode ser atribuído principalmente a seu exoesqueleto quitinoso e à evolução do voo, características que permitiram aos insetos deslocamento eficiente e rápido, fuga de predadores e busca de novas fontes de alimento ou de locais com condições mais adequadas à sua sobrevivência. Dentro da classe insecta a grande maioria das pragas agrícolas pertencem às ordens *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *Isoptera*, *Orthoptera*, *Diptera* e *Thysanoptera*.



Figura 26 - Lagarta *Helicoverpa* (*Helicoverpa zea*). Crédito: BRUGNERA, Pedro.

Alguns tipos de danos causados por insetos na agricultura:

Quadro 1 - Exemplos de insetos e tipos de danos que causam na lavoura	
NAS PLANTAS (OU LAVOURAS)	EXEMPLOS DE INSETOS-PRAGAS
Destruir folhas, ramos, botões florais, casca ou fruto.	Lagartas, besouros, gafanhotos.
Sugar a seiva vegetal de folhas, botões florais, ramos e frutos.	Percevejos, pulgões, cigarrinhas, tripses, cochonilhas.
Broquear ou anelar a casca, ramos, frutos, sementes e raízes.	Besouros adultos, larvas, lagartas.
Atacar raízes ou colo das plantas.	Besouros, lagartas, cigarras, cupins, larvas de moscas.
Usar partes das plantas para a construção de ninhos ou refúgios.	Formigas, vespas, abelhas, larvas de moscas.
Disseminar ou facilitar o desenvolvimento de micro-organismos fitopatogênicos (fungos, bactérias, vírus, protozoários), injetando-os no tecido da planta ao se alimentar.	Pulgões, cochonilhas, besouros, cigarrinhas, moscas-brancas, tripses.
NOS GRÃOS OU PRODUTOS ARMAZENADOS	EXEMPLOS DE INSETOS-PRAGAS
Alimentar-se de todo ou parte de um produto armazenado.	Carunchos, gorgulhos, besouros, traças.
Contaminar o produto com suas secreções, excreções, ovos ou alguma parte do corpo tornando-o imprestável para o consumo.	Carunchos, gorgulhos, besouros, traças.
Buscar proteção ou construir ninhos ou abrigos com ou sobre o substrato.	Carunchos, gorgulhos, besouros, traças.

Fonte: GALLO, Domingos. et al., 2002.

b. Acaricidas: defensivos que controlam ácaros que se alimentam de plantas, introduzem doenças, destroem lavouras atacadas e reduzem sua produção (figura 27).



Os ácaros são pertencentes à **subclasse Acari**, da classe **Arachnida** (aracnídeos), também pertencente ao filo *Arthropoda*, como os insetos. Os ácaros apresentam uma alimentação muito diferenciada entre os grupos, podendo ser parasitas de vertebrados, invertebrados ou plantas.



Figura 27 – Ácaro *Tetranychus urticae*.
Fonte: Wikimedia Commons, 2020.

c. Fungicidas: agentes físicos, químicos ou biológicos que combatem fungos causadores de doenças nas plantas.



Figura 28 – Mofo branco: doença causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. Crédito: CARREGAL, Luis Henrique.



Os fungos pertencem ao **Reino Fungi**, e são organismos eucariontes heterótrofos por absorção, ou seja, organismos que absorvem nutrientes do meio em que vivem. Os fungos podem atuar como parasitas de plantas e animais. Em plantas, por exemplo, a doença conhecida por ferrugem afeta plantações de café, trigo, soja, entre outras.

d. Nematicidas: defensivos utilizados para controlar nematoides (vermes) parasitas de plantas.



Figura 29 – Nematóide *Meloidogyne javanica* com tintura vermelha. Créditos: SANTOS, Jaime Maia.



Nematóides pertencem ao filo *Nematoda* e são vermes de tamanhos bastante variáveis e geralmente abundantes no solo e na água. Muitas vezes são parasitas de animais, insetos e também plantas. Os parasitas de animais chegam a atingir vários centímetros de comprimento, enquanto os de plantas medem de 0,3 a três milímetros.

- e. Herbicidas:** são produtos que servem para eliminar ou impedir o crescimento de plantas daninhas (figura 30).
- f. Cupinicida:** são produtos que servem para combater os cupins. Os cupins atacam principalmente madeiras, mas, nas plantações, atacam principalmente canaviais, áreas de pastagens e cultivos de florestas. Quando se torna uma praga, os cupins podem atacar a raiz da gramínea ou da árvore (figura 31).
- g. Moluscicida:** são produtos utilizados para o controle de moluscos, como: caracóis, caramujos e lesmas. Esses animais raspam as folhas pela rádula na alimentação, causando sérios danos à planta. Aparecem também na zona urbana, sendo transmissores de doenças para humanos (figura 32).
- h. Formicida:** são produtos utilizados no combate às formigas. As formigas cortadeiras são consideradas pragas por atacarem plantas em áreas de reflorestamento, pastagens e cultivos agrícolas. Com a camuflagem dos formigueiros e o hábito de trabalho nos horários mais frescos e noturnos, é mais trabalhoso enxergá-las e prever uma infestação (figura 33).



Figura 30 – Erva daninha Buva (*Coniza canadensis*). Crédito: ROSA, Ênio Lemes.



Figura 31 – cupins. Fonte: Wikimedia Commons, 2020.



Figura 32 – Moluscos (caracol).
Fonte: omeujardim.com, 2020.



Figura 33 – Formiga da espécie *Atta cephalotes*. Fonte: Wikipedia, 2020

- i. **Bactericidas:** são produtos utilizados para matar bactérias através de mecanismos como inibição irreversível da replicação do DNA. Os bactericidas também podem ser aplicados em pequenas concentrações e agir inibindo o crescimento de bactérias, ao invés de aniquilá-las (figura 34).
- j. **Rodenticida, raticidas ou muricida:** é um veneno de elevada toxicidade utilizado para exterminar ratos e roedores em geral. Os ratos são responsáveis por grandes perdas na produção de alimentos, desde a lavoura até a armazenagem, através da destruição direta dos mesmos ou pela contaminação por fezes e urina (figura 35).
- k. **Larvicidas:** é um inseticida que é especificamente direcionado contra o estágio de vida larval de um inseto. Seu uso mais comum é contra mosquitos. Os larvicidas podem ser venenos de contato, estomacais, reguladores de crescimento ou (cada vez mais) agentes de controle biológico (figura 36).
- l. **Carrapaticida:** produtos químicos utilizados para o controle de carrapatos em animais (figura 37).



Figura 34 – Mancha angular causada pela bactéria *Phaeoisariopsis griseola*. Crédito: ROSA, Ênio Lemes.



Figura 35 – Rato da espécie *Rattus rattus*, comendo grãos. Fonte: Wikipedia, 2020.



Figura 36 – Larva do mosquito *Aedes Aegypti*, transmissor da dengue. Fonte: Wikimedia, 2020.



Figura 37 – Carrapato. Fonte: Wikimedia Commons, 2020

A seguir, relacionamos, no quadro 2, a classificação científica de algumas pragas comuns na agricultura e na zona urbana.

Quadro 2 - Classificação científica de algumas pragas-alvo

EXEMPLO	REINO	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE
FERRUGEM ASIÁTICA (SOJA)	Fungi	Basidiomycota	Urediniomycetes	Uredinales	Phakopsoraceae	<i>Phakopsora</i>	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>
PERCEVEJO DA SOJA	Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Euschistu</i>	<i>Euschistus heros</i>
ÁCARO RAJADO (ALGODÃO)	Animalia	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	Tetranychidae	<i>Tetranychus</i>	<i>Tetranychus urticae</i>
NEMATÓIDE DE CISTO (SOJA)	Animalia	Nematoda	Chromadorea	Tylenchida	Heteroderidae	<i>Heterodera</i>	<i>Heterodera glycines</i>
BUVA	Plantae	Espermatófito	Dicotiledôneas	Asterales	Asteraceae	<i>Conyza</i>	<i>Conyza bonariensis</i>
CUPIM (CANA-DE-AÇÚCAR)	Animalia	Arthropoda	Insecta	Isoptera	Rhinotermitidae	<i>Heterotermes</i>	<i>Heterotermes tenuis</i>
CARACOL	Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Bradybaenidae	<i>Bradyboena</i>	<i>Bradyboena similaris</i>
FORMIGA SAÚVA	Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta</i>	<i>Atta cephalotes</i>
CANCRO BACTERIANO	Monera	Actinobactérias	Actinobactérias	Actinomycetales	Microbacteriaceae	<i>Clavibacter</i>	<i>Clavibacter michiganensis</i>
CAMUNDONGOS	Animalia	Chordata	Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Mus</i>	<i>Mus musculus</i>
CARRAPATO VERMELHO DO CÃO	Animalia	Arthropoda	Arachnida	Acarina	Ixodidae	<i>Rhipicephalus</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>

Fonte: Os autores, 2020.



Será que esses grupos citados acima (insetos, ácaros, fungos, nematoides e ervas daninhas) só causam prejuízos às lavouras? Você conhece alguns desses seres vivos que são indispensáveis ao ecossistema?



Faça uma pesquisa sobre o assunto e depois discuta suas descobertas com seu professor e seus colegas. Após a discussão, que tal montar um painel com informações sobre os malefícios e os benefícios que cada grupo de organismos pesquisados pode causar às lavouras! Esse painel também pode ser divulgado no blog da turma.

3.2 Classificação dos agrotóxicos quanto ao grupo químico que pertencem

Os princípios ativos dos agrotóxicos se subdividem em sintéticos orgânicos, sintéticos inorgânicos, botânicos e agentes biológicos.

3.2.1 Agrotóxicos inorgânicos

Os inseticidas **inorgânicos** são aqueles em que prevalece a ligação iônica na molécula e podem ser classificados em arsenicais (arsênico branco, arseniato de alumínio, cálcio e chumbo), fluorados (criolita, fluoreto de sódio) e miscelânea (calda sulfocálcica, sulfatos, carbonatos).

São pouco utilizados devido ao alto risco ao meio ambiente, elevada toxicidade, baixo combate aos insetos e não possuem antídotos.

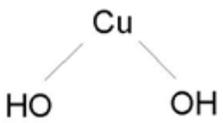
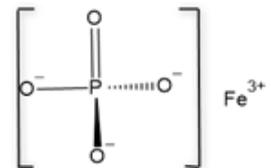
Mesmo assim, alguns são utilizados na agricultura orgânica, como é o caso da calda sulfocálcica.

Ligação iônica é um tipo de ligação química que ocorre quando o átomo de um metal cede definitivamente um ou mais elétrons para o átomo de um ametal, semimetal ou hidrogênio.

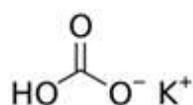
O vídeo desenvolvido pela USP traz uma simulação sobre essa ligação.

Basta acessar o link <https://www.youtube.com/watch?v=dnWxabCAGdo>. Acesso em: 24 ago. 2020.

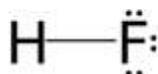
Quadro 3 - Características físico-químicas de alguns agrotóxicos inorgânicos

PRINCÍPIO ATIVO	HIDRÓXIDO DE COBRE	FOSFATO FÉRRICO
Fórmula estrutural		
Nome químico (IUPAC)	Hidróxido de cobre II	Fosfato férrico
Fórmula molecular	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	FePO_4
Peso molecular	97,5 g/mol	151 g/mol
Grupo químico	Inorgânico	Inorgânico
Classe	Bactericida, fungicida	Moluscicida
Funções orgânicas	Base inorgânica	Sal inorgânico
Solubilidade em água a 25°C	Insolúvel	Insolúvel

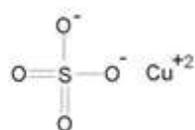
Fonte: Os autores, 2020.



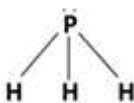
KHCO_3
Bicarbonato de potássio



NaF
Fluoreto de sódio



CuSO_4
Sulfato de cobre



PH_3
Fosfina (fosfeto de hidrogênio)

Figura 38 - Exemplos de substâncias inorgânicas utilizadas no combate às pragas-alvo. Fonte: Os autores, 2020.

Os pesticidas inorgânicos foram muito utilizados no passado, porém, atualmente, não representam mais do que 10% do total de pesticidas em uso.

São compostos minerais que agem por contato matando a praga por asfixia (visto que os insetos respiram através da "pele"). Veja na figura 38 outros exemplos de substâncias inorgânicas utilizados no combate às pragas-alvo.

3.2.2 Agrotóxicos orgânicos sintéticos

Os compostos orgânicos são aqueles que possuem carbonos em sua estrutura, sendo ligados por meio de ligações covalentes entre si e com outros elementos. Existem vários grupos químicos em que esses agrotóxicos são classificados.

As quatro classes de agrotóxicos orgânicos mais utilizadas são os carbamatos,

A ligação covalente é caracterizada pelo compartilhamento de um ou mais pares de elétrons entre átomos, com objetivo de formar moléculas estáveis, fundamentada na Teoria do Octeto. Essa ligação, geralmente, ocorre entre os ametais e o hidrogênio. O vídeo desenvolvido pela USP traz uma simulação que mostra a formação das ligações covalentes. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ThoD-SAczw8>. Acesso em: 22 ago. 2020.

organofosforados, organoclorados e os piretroides, que vamos destacar aqui.

1) ORGANOCLORADOS

Um **organoclorado**, organocloro, organocloreto, organocarbono ou hidrocarboneto clorado é um composto orgânico muito empregado pela indústria desde a década de quarenta do século XX. Os organoclorados são compostos orgânicos formados por átomos de Carbono (C), Hidrogênio (H) e Cloro (Cl). É importante observar nas estruturas químicas dos organoclorados, que a ligação Carbono-Cloro se caracteriza por ser difícil de romper.

As características mais comuns para os organoclorados, segundo Nascimento e Melnyk⁶ são:

- baixa solubilidade em água e elevada solubilidade em solventes orgânicos;
- baixa pressão de vapor e alta estabilidade química;
- são persistentes no ambiente, com tendências de acumulação nos tecidos dos seres vivos;
- toxicidade relativamente alta para insetos, mais baixa para seres humanos.

Essa classe de compostos possui uma grande variedade industrial e propriedades químicas variadas com um largo espectro de aplicações. Seus principais grupos são: clorometano (como o clorofórmio), cloreto de vinila (como o PVC), toxafeno, hexaclorocicloexano, dodecacloro e clordecona, DDT e análogos, ciclodienos.

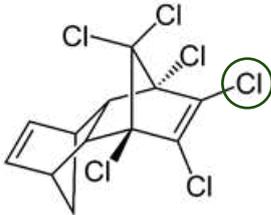
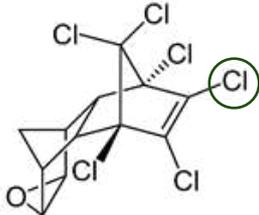
Os **organoclorados** podem ser encontrados nos agrotóxicos utilizados na produção de alimentos como pesticidas, nas tintas, no plástico, no verniz, em medicamentos, entre outros.

Na agricultura, os organoclorados são utilizados em larga escala como **pesticidas**. O seu uso tem como finalidade viabilizar a produção agrícola através do extermínio de pragas, que muitas vezes acabam com a produção de alimentos. O problema, entretanto, é que os organoclorados, após seu uso, permanecem ativos no meio ambiente por grandes períodos prejudicando os ecossistemas.

O pior é que os agrotóxicos contaminam solos, alimentos, água, ar e organismos. Esses produtos chegam ao solo não só pela aplicação direta, mas também pelo seu uso em sementes. As águas da chuva podem transportá-los para rios e lagos e esses pesticidas também podem se infiltrar no solo e contaminar águas subterrâneas.

6. NASCIMENTO, Luciano; MELNYK, Anastasiia. A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde. Revista Mangaio Acadêmico, v. 1, n. 1, jan./jul. 2016.

Esse tipo de agrotóxico está proibido desde 1985, pois esses produtos deixam resíduos permanentes nos tecidos gordurosos de mamíferos, aves e peixes. Dessa forma, se uma pessoa consome um animal contaminado passa a estar contaminado também. O veneno é capaz de permanecer por mais de cem anos no meio ambiente. Abaixo são apresentadas algumas características dos agrotóxicos organoclorados Aldrin e Endrin.

Quadro 4 - Características físico-químicas de alguns agrotóxicos organoclorados		
PRINCÍPIO ATIVO	ALDRIN	ENDRIN
Fórmula estrutural		
Nome químico (IUPAC)	1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,4,4a,5,8,8a-hexa-hidro-1,4:5,8-dimetanonaftaleno	(1 R, 2 S, 3 R, 6 S, 7 R, 8 S, 9 S, 11 R) -3,4,5,6,13,13-hexacloro-10-oxapentacyclo [6.3.1.1 3,6 0,0 2,7 0,0 9,11] tridec-4-eno
Fórmula molecular	$C_{12}H_8Cl_6$	$C_{12}H_8Cl_6O$
Peso molecular	365 g/mol	381 g/mol
Grupo químico	Organoclorados	Organoclorados
Classe	Inseticida	Inseticida, rodenticida
Funções orgânicas	Haleto orgânico	Haleto orgânico e éter
Solubilidade em água a 25°C	Praticamente insolúvel 0,027mg/L	Praticamente insolúvel 0,23mg/L

Fonte: Os autores, 2020.

Infelizmente, alguns países da América Central, como a Nicarágua e El Salvador, continuam utilizando essas substâncias proibidas na agricultura, o que tem causado uma verdadeira epidemia de doenças renais crônicas entre os trabalhadores rurais. Na Nicarágua, por exemplo, essa doença já matou mais homens do que o vírus HIV e a diabetes juntos.

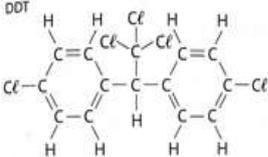
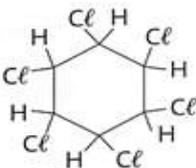
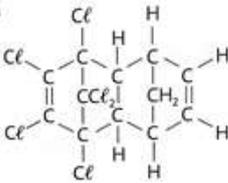
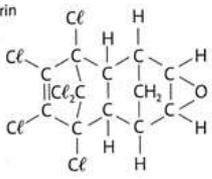
Pesquisadores da Universidade de Boston, porém, afirmam que foi o calor em excesso que desencadeou essa epidemia.

No quadro, há indicação apenas do princípio ativo. Os haletos, por serem substâncias apolares, são insolúveis em água, mas no caso desses inseticidas, esses não são compostos apenas pela substância que é o princípio ativo e sim são uma mistura de substâncias, o que torna a mistura final solúvel em água. Na simulação encontrada no link https://phet.colorado.edu/sims/molecule-polarity/molecule-polarity_pt_BR.jar é possível verificar o momento dipolo de algumas moléculas.

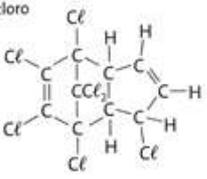
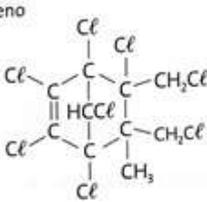
O quadro a seguir (quadro 5) apresenta mais informações sobre os POPs (Poluentes Orgânicos Persistentes) que são diferenciadas de outras substâncias químicas por possuírem uma combinação particular de características físicas e químicas, tais como: semivolatilidade, persistência, bioacumulação e toxicidade.

Com essas características esses são compostos altamente estáveis e que persistem no ambiente, resistindo à degradação química, fotolítica e biológica. Têm a capacidade de bioacumular em organismos vivos, sendo tóxicos para estes incluindo o homem. Esses poluentes foram proibidos na **Convenção de Estocolmo** sobre Poluentes Orgânicos Persistentes realizada em 22 de maio de 2001 e entrou em vigor em 17 de maio de 2004.

Quadro 5 - Poluentes orgânicos persistentes

Nome e fórmula	Indicação de uso	Ação no ambiente e no organismo humano
<p>DDT</p> 	<p>Utilizado no combate ao mosquito do gênero Anopheles, transmissor da malária, doença infectocontagiosa que provoca hemólise (rompimento das hemácias com liberação da hemoglobina no plasma sanguíneo). Pode levar à morte.</p>	<p>O DDT é um desregulador hormonal e afeta os sistemas genital, nervoso e imunitário. Acredita-se que possa causar câncer em seres humanos. (Está listado no Anexo B da Convenção de Estocolmo, com sua produção e / ou uso restrito para fins de controle de vetores de doenças, de acordo com as recomendações e diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS)).</p>
<p>BHC</p> 	<p>Muitos países ainda utilizam o BHC como fungicida para proteger as sementes de cebola, trigo e sorgo. Além disso, é utilizado como solvente e aditivo na produção de borracha, plásticos e PVC.</p>	<p>O BHC pode prejudicar o fígado, a glândula tireoide e os rins e afetar de forma geral os sistemas endócrino, imunitário, genital e nervoso. Pode causar câncer.</p>
<p>Aldrin</p> 	<p>Muitos países ainda o utilizam no combate aos cupins. Foi muito empregado na agricultura no combate a vermes do solo e a escaravelhos e, na veterinária, no controle de vetores (transmissores de doenças).</p>	<p>Foi relacionado a disfunções hepáticas, nervosas, imunológicas e hormonais, além de ser teratogênico e carcinogênico.</p>
<p>Endrin</p> 	<p>Começou a ser utilizado em 1951 no controle de aves em edifícios e de insetos e roedores nos campos e pomares, principalmente na plantação de algodão, milho, cana-de-açúcar, maçãs e flores. Ainda há países que continuam a permitir sua utilização.</p>	<p>Seus efeitos tóxicos no organismo de animais e de seres humanos são bastante semelhantes aos do Aldrin. Pode permanecer no solo por até quatorze anos e contaminar o lençol freático.</p>

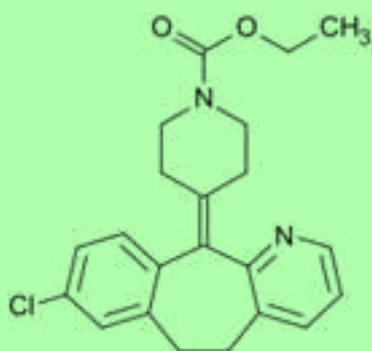
Quadro 5 - Poluentes orgânicos persistentes

<p>Heptacloro</p> 	<p>Controle de insetos de solo, cupins, pragas do algodoeiro, gafanhotos e também do mosquito do gênero Anopheles, transmissor da malária.</p>	<p>Provoca sérios danos aos sistemas endócrinos e genital, além de causar câncer de bexiga em seres humanos.</p>
<p>Toxafeno</p> 	<p>Controle de pestes do algodoeiro, de cereais, de árvores frutíferas e de vegetais. Também já foi muito usado no combate a parasitas de gado e de aves.</p>	<p>Está relacionado com a diminuição da expectativa de vida, interrupção da produção de hormônios, a diminuição da fertilidade e com alterações comportamentais. Pode causar disfunções renais e câncer.</p>

Fonte: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: Ensino Médio, v. 3. 2º ed. São Paulo: Ática, 2017.



Nem todos organoclorados são tóxicos para humanos, alguns são medicamentos seguros. A **loratadina** é um exemplo, é um medicamento indicado para o tratamento de diversos sintomas que estão relacionados à rinite alérgica.



Nome químico: 4-(8-cloro-5,6-diidro-11H-benzo[5,6]cicloheptal[1,2-b]priridin-11-ilideno)-1-piperidina caboxilato

Fórmula molecular: $C_{22}H_{23}ClN_2O_2$

Peso molecular: 382,5 g/mol

Solubilidade em água: praticamente insolúvel

Que tal vermos uma simulação no site no Labvirtq, da USP, sobre os medicamentos? Na simulação, um homem que está com dor de cabeça compra um remédio e começa a ver vários nomes estranhos. Lembra-se da época em que estava na escola e havia aprendido alguns daqueles nomes. Então, resolve rever esse assunto. Para ter acesso a simulação basta acessar o link <http://www.labvirtq.fe.usp.br/applet.asp?time=10:41:45&lom=10858>. Acesso em: 24 ago. 2020.

2) ORGANOFOSFORADOS

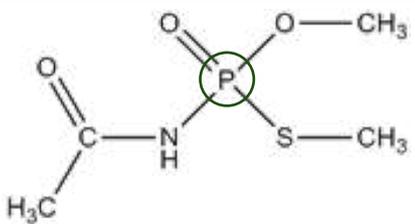
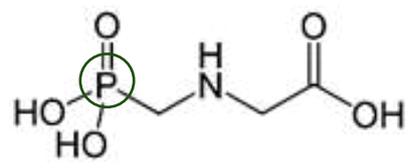
Os **agrotóxicos organofosforados** são ésteres, amidas ou derivados tiol dos ácidos de fósforo, contendo várias combinações de carbono, hidrogênio,

oxigênio, fósforo, enxofre e nitrogênio. São compostos orgânicos altamente lipossolúveis e biodegradáveis, esses são rapidamente hidrolisados tanto nos meios biológicos quanto no ambiente, se distribuindo de forma rápida pelos tecidos orgânicos.

As razões da ampla utilização desses compostos como inseticida são sua forte atividade biológica, combinada com sua **instabilidade na biosfera**, que fazem com que esses tenham um tempo pequeno de meia-vida em plantas. Esses são os mais utilizados também por conta de seu baixo custo, síntese fácil e baixa toxicidade para muitos organismos. No entanto, além de serem os mais utilizados, os **organofosforados** são também os agrotóxicos que mais causam problemas à saúde humana. De acordo com o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX), esses são os maiores causadores de **intoxicações**, sendo responsáveis por um grande número de mortes no Brasil em função de toxicidade aguda.

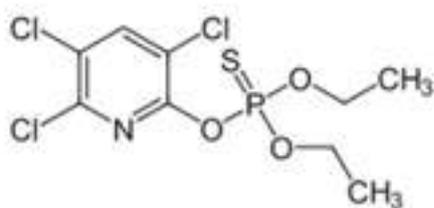
As cadeias carbônicas que formam os variados princípios ativos dos agrotóxicos podem ser cadeias aromáticas, abertas ou fechadas, homogêneas ou heterogêneas. Todas essas informações são importantes para o estudo das características dos compostos.

Quadro 6 - Características físico-químicas de alguns agrotóxicos organofosforados

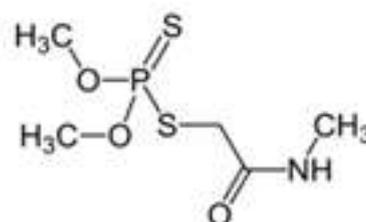
PRINCÍPIO ATIVO	ACEFATO	GLIFOSATO
Fórmula estrutural		
Nome químico (IUPAC)	O,S-dimetil acetilfosforamidotioato	N-(fosfometil)glicina
Fórmula molecular	C ₄ H ₁₀ NO ₃ PS	C ₃ H ₈ NO ₅ P
Peso molecular	183 g/mol	169 g/mol
Grupo químico	Organofosforados	Organofosforados
Classe	Inseticida e acaricida	Herbicida
Funções orgânicas	Amida	Ácido carboxílico, amina, fosfonato
Solubilidade em água a 25°C	Muito solúvel 746 g/L	Solúvel 10,1g/L

Fonte: Os autores, 2020.

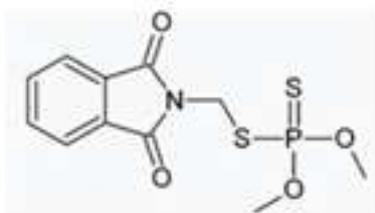
Podemos observar nas moléculas representadas na figura 39, os compostos possuem interação do tipo pontes de hidrogênio, e são moléculas polares, o que lhes permite interagir melhor com a água, possuindo maior solubilidade que os organoclorados.



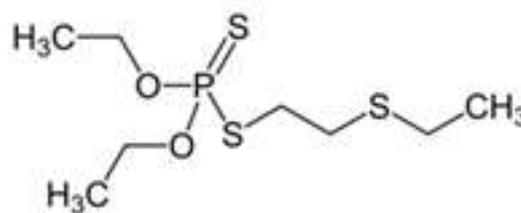
(Clopirifós)
O,O-Dietil-O-3,5,6-trichloropiridin-2-il
fosforotioato



(Dimetoato)
O, O- dimetil S - [2- (metilamino) -2-
oxoetil] ditiofosfato



(Fosmete)
2- (Dimetoxifosfinotioiltiometil)
isoindolina-1,3-diona



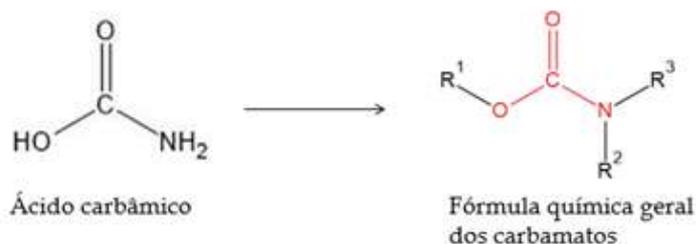
(Dissulfotom)
Fosforoditioato de O, O- dietil S-2-
(etilsulfani) etilo

Figura 39 - Exemplos de agrotóxicos organofosforados. Fonte: Os autores, 2020.

3) CARBAMATOS

Os carbamatos constituem o grupo mais versátil dos pesticidas, nesse são encontrados compostos do tipo que funcionam como inseticidas, herbicidas, fungicidas e até mesmo antibacterianos. Esses são derivados do ácido carbâmico (NH_2COOH), e foram introduzidos como inseticida em 1951. Um dos Hidrogênios (H) ligados ao Nitrogênio (N) é trocado por um grupo alquil (R_2 , R_3), normalmente metil; e o Hidrogênio (H) ligado ao Oxigênio (O) é trocado por um grupo R (R_1) segundo a sua fórmula química geral.

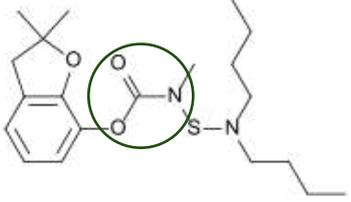
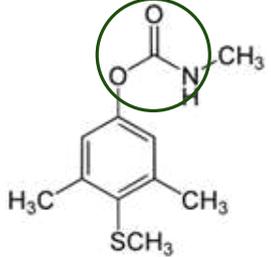
Os carbamatos são ésteres do ácido carbâmico, NH_2COOH , um composto instável. Pelo fato de o ácido carbâmico conter um nitrogênio ligado a um grupo carboxila, esse é também uma amida. Por essa razão, os ésteres de carbamato podem ter os grupos alquila ou arila substituídos no nitrogênio ou na função amida.



Os carbamatos são frequentemente utilizados no controle de insetos resistentes aos compostos organofosforados. Popularmente conhecido no Brasil como “chumbinho”, o aldicarb é um exemplo de carbamato proibido e muito utilizado ilegalmente em ambientes domésticos como raticida.

Alguns exemplos de agrotóxicos, cujo princípio ativo pertence ao grupo dos

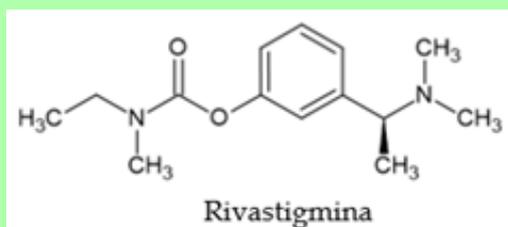
carbamatos são apresentados no quadro:

Quadro 7 - Características físico-químicas de alguns agrotóxicos do grupo carbamato		
PRINCÍPIO ATIVO	CARBOSULFAN	METHIOCARB
Fórmula estrutural		
Nome químico (IUPAC)	2,2-Dimetil-2,3-dihidro-1-benzofuran-7-il [(dibutilamino) sulfanil] metilcarbamato	3,5-Dimetil-4- (metiltio) fenilmetilcarbamato
Fórmula molecular	$C_{20}H_{32}N_2O_3S$	$C_{11}H_{15}NO_2S$
Peso molecular	380 g/mol	225 g/mol
Grupo químico	Carbamato	Carbamato
Classe	Inseticida, acaricida	Inseticida, acaricida
Funções orgânicas	Carbamato, éter, amina, derivado de tio éter.	Carbamato, tio éter.
Solubilidade em água a 25°C	Pouco solúvel	0,027 g/L

Fonte: Os autores, 2020.



A rivastigmina é um carbamato utilizado como medicamento para o tratamento da doença de Alzheimer. Este fármaco impede a degradação da acetilcolina no corpo humano.



Nome químico: 3-[(1S)-1-dimetilamino)etil]fenil-etil(metil) carbamato

Fórmula molecular: $C_{14}H_{22}N_2O_2$
Peso molecular: 250 g/mol

Solubilidade em água: solúvel

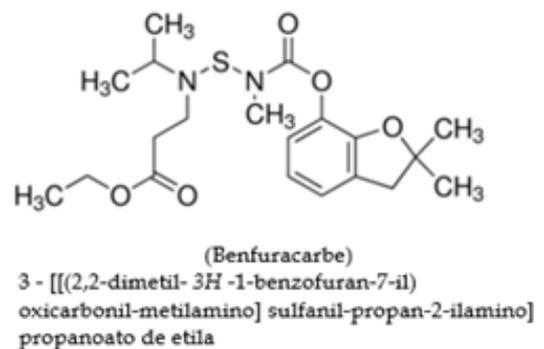
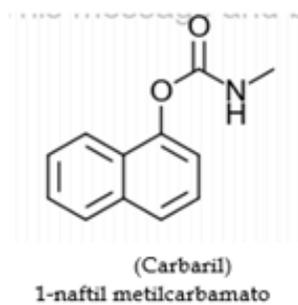
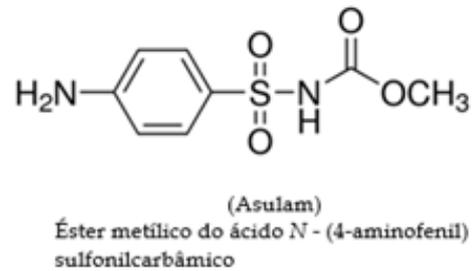
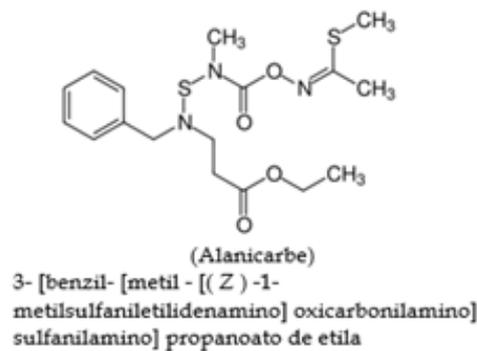


Figura 40 - Exemplos de agrotóxicos organofosforados. Fonte: Os autores, 2020.

4) PIETROIDES

Os piretroides são, atualmente, os inseticidas mais usados, pois apresentam baixa toxicidade em mamíferos, baixo impacto ambiental, são efetivos contra certa quantidade de insetos e são necessárias baixas quantidades para exercerem sua ação. No entanto, em alguns casos, a utilização de piretroides tem aumentado os riscos aos pássaros e/ou mamíferos.

Os piretroides são compostos sintéticos que apresentam estrutura semelhante às piretrinas, substância existente nas flores do *Chrysanthemum (pyrethrum) cinerariaefolium*.

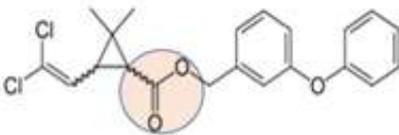
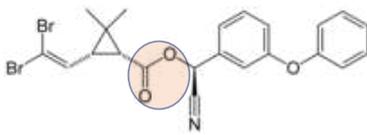
Os inseticidas piretroides podem ser de origem natural ou sintética, possuindo ação semelhantemente ao do DDT, afetando o sistema nervoso central e periférico. Estas substâncias são capazes de produzir convulsões ou paralisias nos seres humanos, além de desencadear frequentemente episódios de asma ou bronquite em crianças. Contudo, os piretroides são os inseticidas mais utilizados em ambientes domésticos por serem pouco persistentes no ambiente, tóxicos para os insetos e menos tóxicos para os mamíferos do que os organofosforados e carbamatos.

No meio ambiente, como todos os produtos químicos usados para combater pragas, este inseticida serve como modelo para estudo da ecotoxicologia, pois contaminam o ar, a terra e a água provocando efeitos adversos que atingem desde

uma bactéria até ao homem.

Os piretroides dependem da estrutura química e configuração estérica. A toxicidade da mistura racêmica varia com a razão Cis/Trans e com as características do veículo usado. Os isômeros Cis demonstram uma toxicidade mais elevada em relação aos Trans e o carregador não polar aumenta a toxicidade de ambos os isômeros.

Alguns exemplos dessa classe de compostos.

Quadro 8 - Características físico-químicas de alguns agrotóxicos do grupo dos piretroides		
PRINCÍPIO ATIVO	PERMETRINA	DELTAMETRINA
Fórmula estrutural		
Nome químico (IUPAC)	3-fenoxibenzil (1RS) -cis, trans-3-(2,2-diclorovinil) -2,2-dimetilciclopropanocarboxilato	[(S) -Ciano- (3-fenoxifenil) -metil] (1R , 3R) -3-(2,2-dibromoetenil) -2,2-dimetil-ciclopropano-1-carboxilato
Fórmula molecular	$C_{21}H_{20}Cl_2O_3$	$C_{22}H_{19}Br_2NO_3$
Peso molecular	391 g/mol	505 g/mol
Grupo químico	Piretroides	Piretroides
Classe	Inseticida, acaricida	Inseticida
Funções orgânicas	Haleto orgânico, éster, éter	Haleto orgânico, éster, éter, nitrilas
Solubilidade em água a 25°C	Insolúvel	Forma emulsão em água

Fonte: Os autores, 2020.

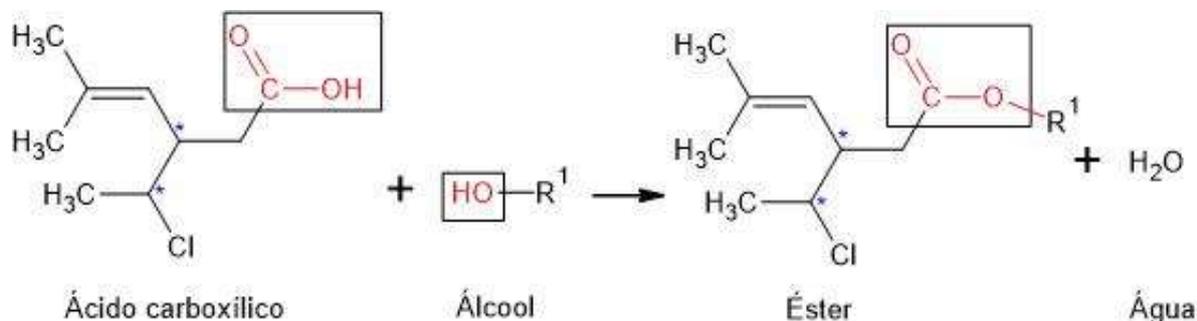


Denomina-se de carbono quiral, ou carbono assimétrico, o carbono de uma cadeia que apresenta quatro ligantes diferentes. A presença de um carbono quiral indica que o composto apresenta um tipo de estereoisomeria denominado de isomeria óptica.

Os piretroides podem ser definidos quimicamente como ésteres compostos por um radical ácido e um radical álcool, ambos com carbonos assimétricos.

Os piretroides naturais, chamados de piretrinas, têm boa atividade como inseticida, mas não têm uso agrícola, em função de sua rápida foto-decomposição, ou seja, se decompõe facilmente na presença de luz e calor. Procurou-se, então, sintetizar compostos semelhantes, mas que fossem fotoestáveis. No caso dos piretroides

fotoestáveis, o ácido usado é um análogo fotoestabilizado do ácido crisantêmico, que especificamente no caso de **Permetrina** houve a mudança dos radicais metila da cadeia isobutenil por cloro.



Esta presença de halogênio no lugar dos radicais metila, fotoestabiliza o piretroide. Por volta da década de 1970, alguns piretroides sintetizados apresentaram fotoestabilidade, abrindo dessa maneira, a possibilidade de sua utilização em ambientes externos como na agricultura, pecuária e saúde pública. O desenvolvimento dos piretroides pode ser dividido em dois grupos

principais com base na ausência (tipo I) ou presença (tipo II) de um grupo ciano ligado ao carbono alfa da molécula. A tetrametrina é um exemplo de piretroide tipo I e a cipermetrina, exemplo de piretroide do tipo II.

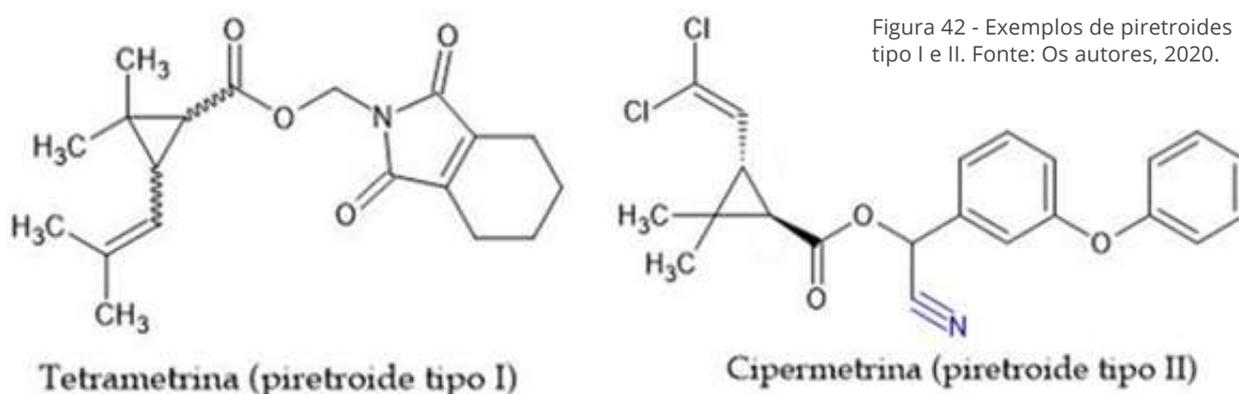


Figura 42 - Exemplos de piretroides tipo I e II. Fonte: Os autores, 2020.

Uma molécula de piretroide pode conter uma mistura de diferentes compostos, chamados **isômeros estéreo-químicos**. Sabe-se que esses isômeros diferem na sua atividade. Para se obter o máximo efeito inseticida por quantidade de ingrediente ativo, dever-se-ia sintetizar somente os isômeros mais ativos, levando-se em conta o rendimento industrial, ou seja, a fabricação de quantidades menores com maior lucro. Porém isso é um trabalho difícil, tanto em escala industrial como em escala comercial, pois o processo é oneroso.

Em geral, os isômeros cis de certos compostos são mais ativos, mas na prática, as misturas de isômeros funcionam similarmente aos isômeros purificados, obtendo-

se o mesmo efeito biológico com menor custo por área tratada.

Muitos dos piretroides se apresentam como uma mistura complexa de isômeros com dois ou mais carbonos assimétricos. Entre estes, é possível citar a bifentrina e a ciflutrina com dois e três carbonos assimétricos, respectivamente.

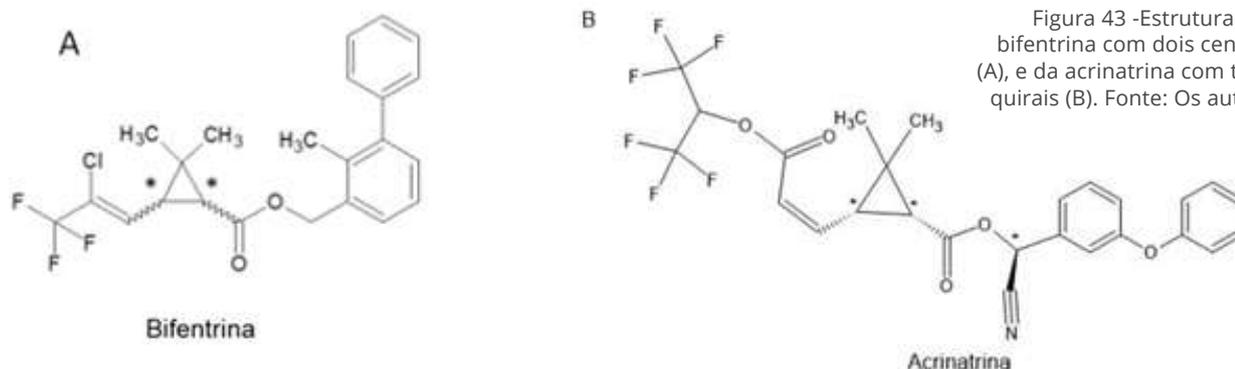


Figura 43 -Estrutura química da bifentrina com dois centros quirais (A), e da acrinatrina com três centros quirais (B). Fonte: Os autores, 2020.

Entre os agrotóxicos, os piretroides figuram entre as classes com maior número de centros quirais. Sua composição isomérica pode ser um importante parâmetro toxicológico, pois normalmente a atividade e o destino podem diferir de acordo com o isômero observado. Dessa forma, o monitoramento da distribuição isomérica se torna importante. Fatores como pH, solventes e a incidência de luz podem afetar a estabilidade dos piretroides.

Essa quantidade de carbonos assimétricos dá origem a vários isômeros, como os apresentados na permetrina.

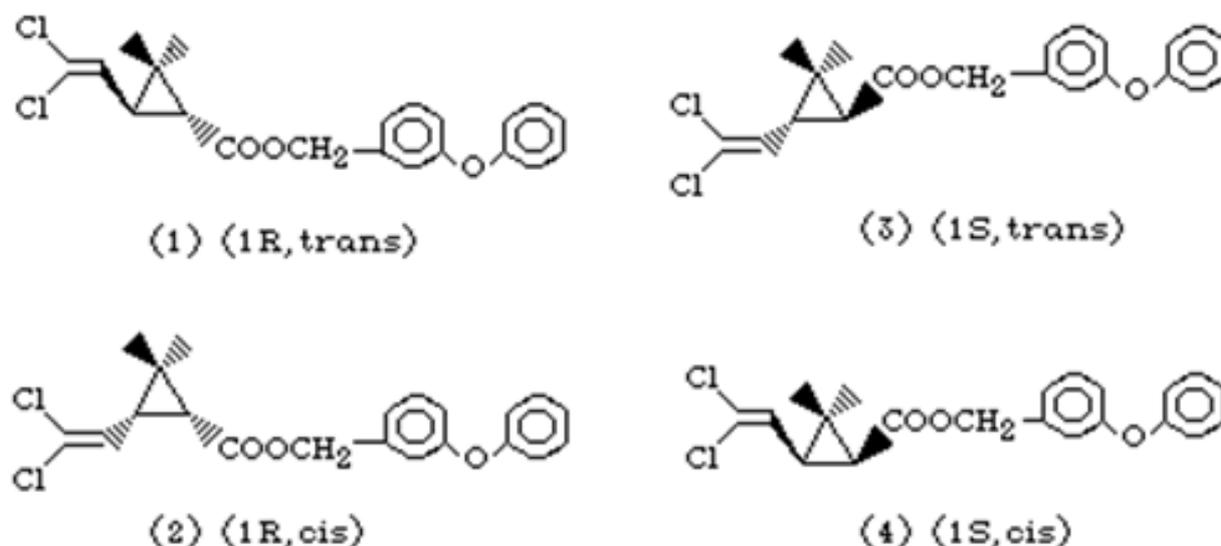
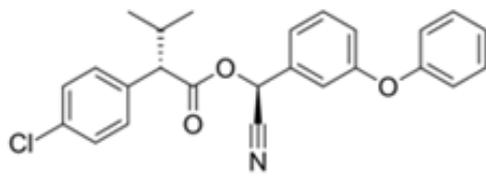
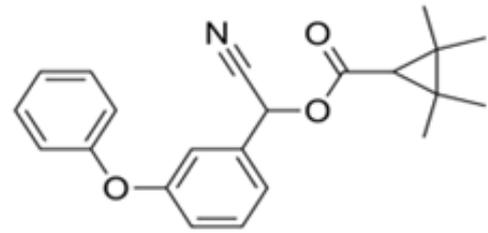


Figura 44 - Estrutura química dos quatro estereoisômeros da permetrina. Fonte: Environmental health criteria 94; WHO; Genebra, 1990. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc94.htm>. Acesso em: 05 ago. 2020.

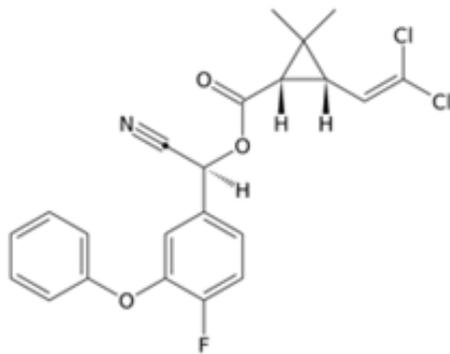
O isômero 2 (1R, cis) é o inseticida mais ativo entre os isômeros apresentados. Outros piretroides são apresentados na figura 45.



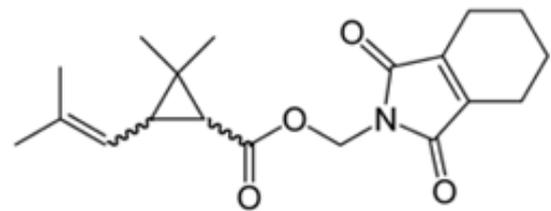
Esfenvalerato
[ciano- (4-fenoxifenil) metil] 2- (4-clorofenil)-3-metilbutanoato



Fenpropatrina
(*RS*)-alfa-ciano-3-fenoxibenzil-1, 2,2,3,3-tetrametilciclopropanocarboxilato



Beta ciflutrina
[(*R*) -ciano- (4-fluoro-3-fenoxifenil) metil] (*IS*) -3- (2,2-dicloroetenil) -2,2-dimetilciclopropano-1-carboxilato



Tetrametrina
(1,3-dioxo-4,5,6,7-tetra-hidroisoindol-2-il) metil-2,2-dimetil-3- (2-metilprop-1-enil) ciclopropano-1-carboxilato

Figura 45 - Exemplos de agrotóxicos do grupo dos piretroides. Fonte: Os autores, 2020.

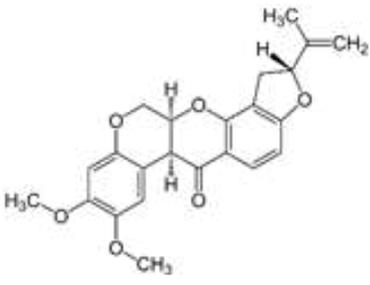
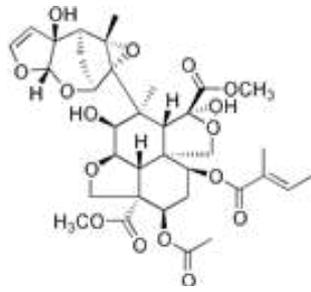
3.2.3 Agrotóxicos botânicos

Inseticidas botânicos são compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas, que compõem a própria defesa química contra os insetos herbívoros. Os princípios ativos inseticidas podem derivar de toda a planta ou partes dessa, podem ser o próprio material vegetal, normalmente, moído até ser reduzido a pó, ou produtos derivados por extração aquosa ou com solventes orgânicos.

Algumas substâncias botânicas têm atividade inseticida conhecida, tais como: piretrinas, rotenona, nicotina, cevadina, veratridina, rianodina, quassinoides, azadiractina e biopesticidas voláteis. Estes últimos são, normalmente, óleos essenciais presentes nas plantas aromáticas.

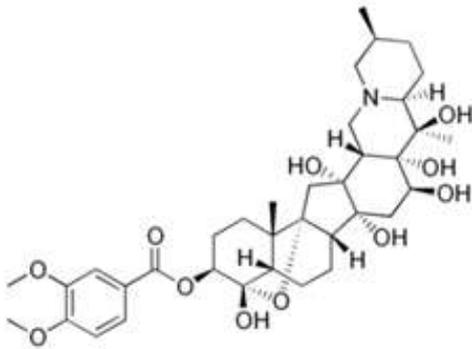
O uso de inseticidas botânicos no controle de pragas ainda apresenta algumas limitações. A disponibilidade de matérias-primas para extração dos compostos e a dificuldade na padronização dos extratos são fatores que dificultam o uso desses produtos em agricultura de grande escala. Também há limitações relacionadas às técnicas de extrações das moléculas ativas.

Quadro 9 - Características físico-químicas de alguns agrotóxicos botânicos

PRINCÍPIO ATIVO	ROTENONA	AZADIRACTINA
Fórmula estrutural		
Nome químico (IUPAC)	(2R,6aS,12aS)-1,2,6,6a,12,12a-hexahidro-2-isopropenil-8,9-dimetoxicromeno[3,4-b]furo(2,3-h)cromen-6-one	Dimetil (2a R , 3 S , 4 S , R , S , 7- S , 8, S , 10 R , 10- S , 10b R) -10- (acetiloxi) -3,5-di-hidroxi-4 - [(1 S , 2 S , 6 S , 8 S , 9 R , 11 S) -2-hidroxi-11-metil-5,7,10-trioxatetracyclo [6.3.1.0 2,6 0,0 9,11] dodec-3-en- 9-il] -4-metil-8 - {[(2E) -2-metilbut-2-enoil] oxi} octa-hidro- 1H- furo [3 ' , 4': 4,4a] nafto [1,8 - bc] furano-5,10a (8 H) -dicarboxilato
Fórmula molecular	$C_{23}H_{22}O_6$	$C_{35}H_{44}O_{16}$
Peso molecular	394 g/mol	720 g/mol
Grupo químico	Inseticida, piscicida	Inseticida
Classe	Éter, cetona	Éster, éter, álcool
Funções orgânicas	Haleto orgânico, éster, éter	Haleto orgânico, éster, éter, nitrilas
Solubilidade em água a 25°C	Insolúvel	Forma emulsão em água

Fonte: Os autores, 2020.

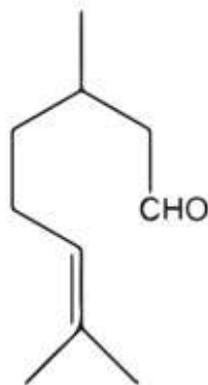
Na figura 46 são encontrados outros exemplos de agrotóxicos botânicos.



Veratridina
3,4-dimetoxibenzoato de 3-, 4 β , 16 β) -4,12,14,16,17,20-hexa-hidroxi-4,9-epoxicevan-3il 3,4-dimetoxibenzoato de 3-veratroilveracevina



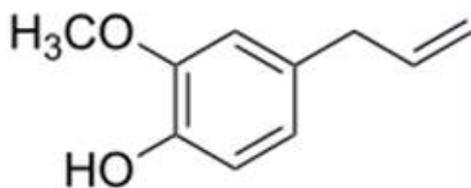
Gênero *Veratrum*
(Lírio de milho)



Citronelal
3,7-dimetil oct-6-en-1-al



Capim-cidreira



Eugenol
4-Alil-2-metoxifenol



Cravo da Índia

Figura 46 - Exemplos de agrotóxicos botânicos e plantas que possuem o princípio ativo. Fonte: Os autores, 2020.

3.3 Classificação dos agrotóxicos quanto ao modo de ação

Existem muitos pesticidas que funcionam de várias maneiras, e os diferentes tipos de ação de controle afetam a quantidade, a eficiência e a velocidade da transferência da dose do pesticida para a praga alvo. O desenho abaixo mostra alguns dos mecanismos de transferência de dose de inseticida.

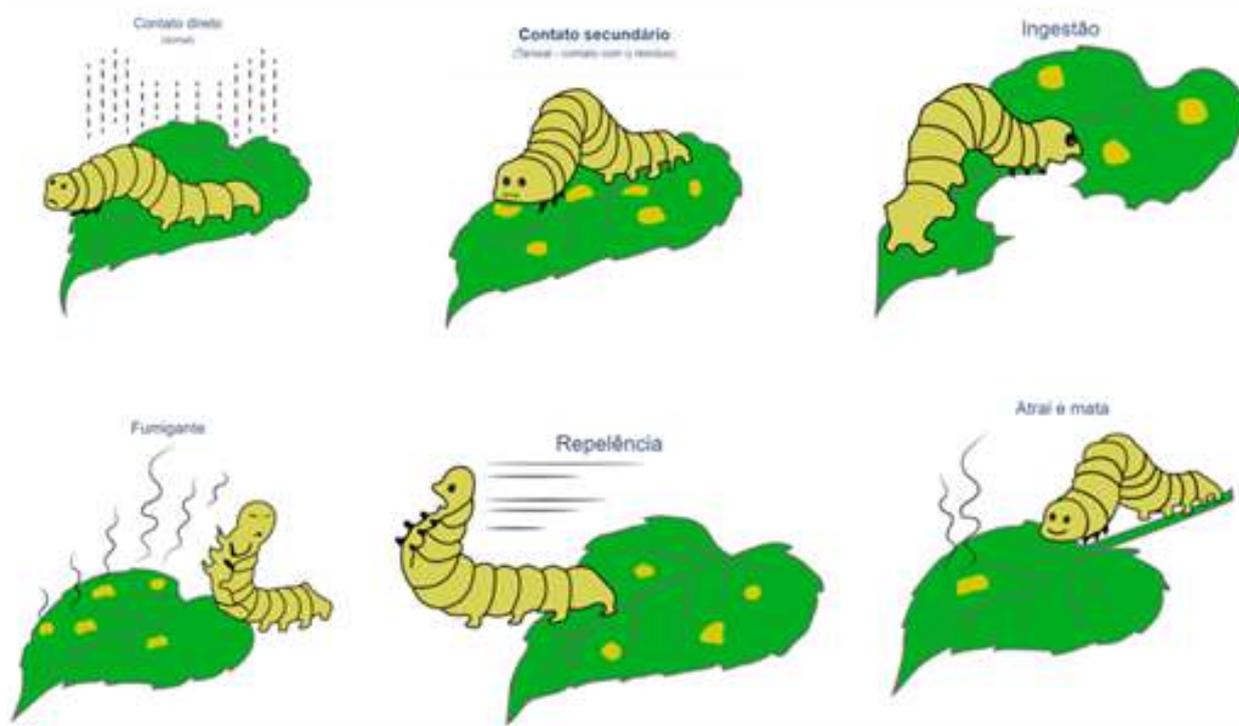


Figura 47 - Mecanismos de transferência da dose do pesticida para a praga alvo. Fonte: Adaptado de MARQUES, Leandro. 2018. Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/modo-de-aquisicao-da-dose-do-inseticida/>. Acesso em: 05 ago. 2020.

a) Contato: ocorre através da absorção do ingrediente ativo pelo tegumento do organismo alvo em borrifações residuais ou espaciais, como por exemplo os piretroides e carbamatos.

O contato pode ocorrer de dois tipos:

- dorsal, quando o produto atinge diretamente o inseto;
- na maioria dos casos, tarsal, quando o produto cai na planta e o inseto caminha sobre esse.

b) Ingestão: o pesticida age e penetra no organismo alvo através da via oral. A ingestão está ligada ao inseto consumir tecidos ou seiva e adquirir junto o inseticida presente nos tecidos. Os produtos podem estar ou na superfície das folhas, ou no mesófilo, internamente na planta, e quando a praga consome tecidos adquire o inseticida junto. Essa forma figura como principal via de entrada em dois casos:

- moléculas com pouca ou nenhuma interação com o tegumento do inseto,

não sistêmicas em plantas e sem efeito fumigante. Cita-se, como exemplo, as benzoilfenilureias (Lufenuron), aplicadas na superfície foliar e ingeridas por lagartas no ato de consumo foliar.

- nos inseticidas sistêmicos, visto que estão presentes nos tecidos da planta, a via de ingestão é a principal forma de aquisição. O inseticida Tiametoxam é um exemplo de inseticida sistêmico com ação de contato e ingestão, no entanto, quando aplicado em tratamento de sementes a via de entrada é pela ingestão da planta após sua translocação para a parte aérea da planta.

c) Repelência: repelência tem sido uma estratégia promissora para inseticidas botânicos como extratos de plantas. A limitação pode estar na curta duração dos depósitos na superfície das plantas. O óleo de Neem a base de azadiractina é um exemplo de produto bastante utilizado, que tem ação de repelir certos insetos.

d) Fumigante: alcança o organismo alvo na forma de vapor, através de suas vias respiratórias. O gás penetra por meio dos espiráculos e age sobre o sistema nervoso.

e) Atrai e mata: o conceito de atrair e matar (em que um inseticida é misturado com um atrativo – feromônio, por exemplo) tem sido estratégia de sucesso em alguns casos, como, por exemplo, no controle da mosca-das-frutas em pomares.



Reconhecendo as funções químicas presentes nos agrotóxicos

Do que são compostos os agrotóxicos? Quais são as funções orgânicas que podem estar presentes nesses produtos? Como podemos saber que funções orgânicas estão presentes nos agrotóxicos e em produtos do nosso dia a dia?

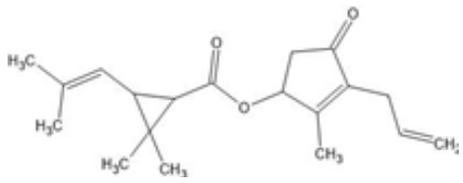
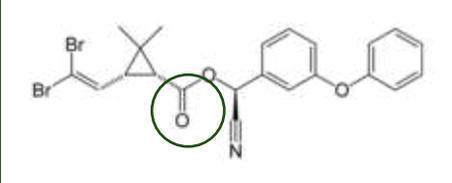
Existem várias reações químicas que podem ser utilizadas para identificar as funções químicas. Nessa atividade experimental⁷ sugerimos algumas. Vamos lá!

Para a atividade experimental, sugere-se que sejam disponibilizados aos estudantes os agrotóxicos Mortein® multi-inseticida ação total e K-Othrine®, cujos ingredientes ativos são, respectivamente, esbioquina e deltametrina.

A descrição desses agrotóxicos é feita no quadro a seguir:

7. ZAPPE, Janessa Aline; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. A química dos agrotóxicos. In: BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes Braibante; BRAIBANTE, Hugo Tubal Schmitz (orgs). Temáticas para o ensino de Química: contribuições com atividades experimentais. Curitiba: CRV, 2019.

Quadro 10 - Princípios ativos do Mortein® multi-inseticida ação total e K-Othrine®,

PRINCÍPIO ATIVO	ESBIOTRINA	DELTAMETRINA
Fórmula estrutural		
Nome químico (IUPAC)	(S)-3-álil-2-metil-4-oxo-ciclo-pent-2-enil (1R,3R)-2,2-di-metil-3-(2- metilprop-1-enil) ciclopropane carboxilato	[(S) -Ciano- (3-fenoxifenil) -metil] (1R , 3R) -3-(2,2-dibromoetenil) -2,2-dimetil-ciclopropano-1-carboxilato
Fórmula molecular	$C_{19}H_{26}O_3$	$C_{22}H_{19}Br_2NO_3$
Peso molecular	302 g/mol	505 g/mol
Grupo químico	Piretroides	Piretroides
Classe	Inseticida	Inseticida, formicida
Funções orgânicas	Cetona, éster, alceno	Haleto orgânico, éster, éter, nitrilas
Solubilidade em água a 25°C	Saneante domissanitário	Saneante domissanitário, agrícola, preservante de madeira

Fonte: Os autores, 2020.

Os reagentes de Jones e Bayer e 2,4-dinitrofenil-hidrazina e os reagentes-padrões são utilizados para identificação de álcoois, cetonas e alcenos.

1) PREPARAÇÃO DOS REAGENTES PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES ORGÂNICAS

O reagente de Jones é preparado através da dissolução de 1g de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em 10 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) e 40 mL de água; o reagente de Bayer é preparado adicionando-se 3 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 6 mol/L em 100 mL de permanganato de potássio ($KMnO_4$) 0,001 mol/L; e a solução de 2,4-dinitrofenil-hidrazina, prepara-se dissolvendo 1g desse reagente em 10 mL de água e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), agita-se e adiciona-se 25 mL de etanol (C_2H_5OH).

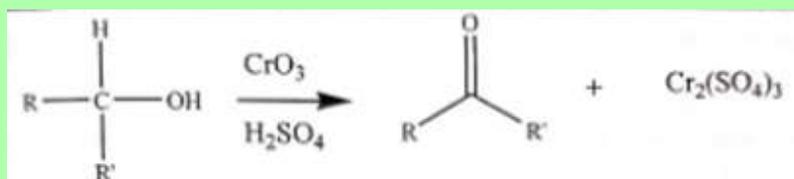
Como vidrarias são utilizados tubos de ensaio e o suporte para tubos. Como equipamentos de proteção individual, sugerem-se a utilização de luvas, de óculos e de jaleco, bem como o cumprimento nas normas de segurança para o trabalho

no laboratório. Na primeira etapa, através de testes, os estudantes podem investigar quais reagentes são utilizados para a identificação das referidas funções orgânicas com bases nos reagentes-padrões.

2) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

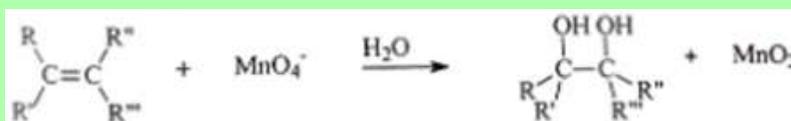
Adiciona-se 1 mL de alceno a 1 mL de reagente de Jones em um tubo de ensaio, observando a ocorrência ou não de reação química. Repete-se o mesmo para os demais reagentes-padrões. A partir daí, podem ser identificadas as finalidades dos reagentes em termos de identificação dos grupos funcionais. O reagente de Jones é utilizado para identificar álcoois primários e secundários, e a reação ocorre através do trióxido de cromo (VI) em meio ácido, ocorrendo a formação de um precipitado verde, em função da redução do cromo em estado de oxidação VI para III representada no esquema abaixo:

Reação de identificação de álcoois primários e secundários



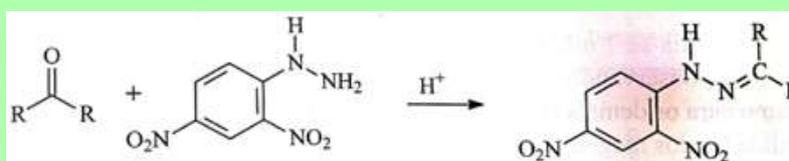
Com o reagente de Bayer, a presença de alcenos é indicada pelo desaparecimento da cor violeta da solução de permanganato de potássio (KMnO₄) e a formação de um precipitado marrom de MnO₂, resultante da reação de redução do Mn(VII) a Mn(IV), representadas no próximo esquema:

Reação de identificação de alcenos



Cetonas e aldeídos reagem com a 2,4-dinitrofenil-hidrazina em meio ácido, formando 2,4-dinitrofenil-hidrazonas, obtendo-se um precipitado com coloração amarelo-avermelhada, resultante da reação:

Reação de identificação de cetonas



Com base nesses resultados padrões são testados os agrotóxicos Mortein® multi inseticida ação total e K-Othrine®: adiciona-se, em um tubo de ensaio, 1 mL de agrotóxico Mortein® multi-inseticida ação total e 1 mL do reagente de Jones e se observa a ocorrência ou não da reação. Repete-se o mesmo para o reagente

de Bayer e 2,4-dinitrofenil-hidrazina e depois se realiza o mesmo para o agrotóxico K-Othrine®. Com a realização da atividade experimental, pode-se discutir a constituição dos agrotóxicos estudados.



Pesquise com produtores rurais ou em revendas de produtos agropecuários, quais são os agrotóxicos mais utilizados na região onde você mora. Monte uma tabela com as principais informações sobre esses produtos, como:

- Nome e princípio ativo;
- Fórmula estrutural, fórmula molecular e massa molar;
- Quais funções orgânicas estão presentes na molécula;
- Classificação quanto à praga-alvo que controlam;
- Classificação quanto ao grupo químico;
- Classificação quanto à toxicidade.

Depois de realizada a pesquisa, compartilhe as informações com sua classe. Vocês também podem montar um mural informativo e divulgar as informações no blog da turma. Você pode encontrar a maioria das informações no site da Anvisa: link <http://portal.anvisa.gov.br/>

Acesse agrotóxicos » consultas e serviços » monografias de agrotóxicos » monografias autorizadas: pesquise por ingrediente ativo.



1- **Poluentes Orgânicos persistentes**. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br/centroregional/a-convencao/poluentes-organicos-persistentes-pops/. Acesso em: 05 ago. 2020.

2- **Convenção de Estocolmo**. Disponível em: www.pops.int/TheConvention/Overview/tabid/3351/Default.aspx. Acesso em: 05 ago. 2020.

3- HIRATA, Rodobiko. **Piretróides: Estrutura Química** – atividade biológica. Química Nova, v. 18, n. 4, 1995. Disponível em: http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol18No4_368_v18_n4_08.pdf. Acesso em: 05 ago. 2020.

4-FARIAS, Juliano. **Você sabe como funcionam os inseticidas de contato e ingestão?**. Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/voce-sabe-como-funcionam-os-inseticidas-de-contato-e-ingestao/>. Data de acesso: 5 ago. de 2020.

5-**Simulação 3D de processos de hibridização e formação das ligações do carbono**. (vídeos 0:24 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5fM6ZXijQaY&list=PLYj2K8giMOK2hKzcCrhjjZfBoDjEbUXVX>. Acesso em: 22 ago. 2020.

CAPÍTULO 4

A toxicidade dos agrotóxicos

- Como podemos saber se um produto, seja inseticida doméstico, remédio, planta ou agrotóxicos é tóxico?
- Para quem esses produtos são tóxicos?
- Qual o nível de toxicidade eles apresentam?

Segundo o dicionário, um **tóxico** é uma substância natural ou artificial com propriedade de envenenar; que contém veneno, ou seja, substância tóxica; capaz de entorpecer por afetar o sistema nervoso; droga; cujas propriedades fazem mal ao organismo de um ser vivo. Essas substâncias podem provocar perturbações no organismo, causando incômodos, enfraquecimento ou até mesmo a morte. Tóxico é sinônimo de **veneno**, termo muito utilizado atualmente.



Figura 48 - Exemplos de produtos com algum nível de toxicidade. Fonte: Os autores, 2020.

Alguns venenos já são conhecidos há milhares de anos. Desde que foram feitos os primeiros estudos relacionados aos conhecimentos de doenças e suas causas, por exemplo, pelos gregos de épocas anteriores a Cristo, pelos médicos e primeiros químicos, ou alquimistas, na Idade Média, há mais de quinhentos anos, já são conhecidos os efeitos de um número crescente de venenos.

Antigamente, não se conhecia a existência de micróbios, como bactérias, fungos e vírus, então as doenças eram atribuídas às substâncias tóxicas. No entanto, eles já conheciam a importância fundamental da quantidade de veneno introduzida no organismo para produzir um determinado sintoma.

Um veneno consiste em qualquer tipo de substância tóxica, seja essa sólida, líquida ou gasosa, que possa produzir qualquer tipo de enfermidade, lesão, ou alterar as funções do organismo ao entrar em contato com um ser vivo, por reação



Figura 49 - Símbolo indicativo de substância tóxica. Fonte: Wikipedia, 2020.

química com as moléculas do organismo.

A diferença entre uma substância venenosa e uma substância farmacêutica ou mesmo nutricional é que um veneno é mortal em determinada dose e não tem qualquer função terapêutica. Flúor e iodo podem ser considerados venenosos, mas têm aplicações terapêuticas em mínimas doses, sendo o iodo indispensável e o flúor um bom fármaco contra as cáries.

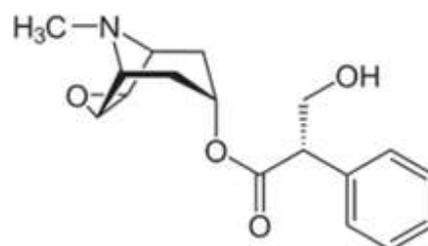
Paracelso, famoso médico e alquimista suíço do século XV, dizia: “Todas as substâncias são venenos; não existe uma que não seja veneno. A **dose certa** diferencia um veneno de um remédio”, ou seja, é apenas a quantidade que faz o veneno. Isso significa que se, por um lado, os mais fortes venenos se tornam inofensivos quando muito diluídos, por outro, substâncias aparentemente inofensivas podem se tornar tóxicas quando absorvidas em quantidades excessivas.

Vejamos alguns exemplos comuns. A trombeta de anjo (*Brugmansia suaveolens*), um arbusto com flores lindas e perfumadas, em forma de trombeta, possui todas as suas partes tóxicas, tanto para humanos como para animais, e podem ser fatais se ingeridas. Entretanto, se for diluída em volume relativamente grande de água, ou seja, como uma mistura aquosa, essa se torna uma solução com propriedades analgésicas, e pode ser ingerida por indivíduos que se encontram em **algesia** (sensibilidade a dor).

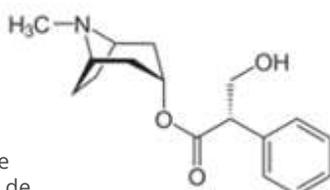
Os principais alcaloides de valor medicinal encontrados na trombeta de anjo são **tropanos**, principalmente escopolamina, hioscinamina, atropina e hioscina, e são utilizados na medicina para o tratamento de espasmos, secreção e outros procedimentos.



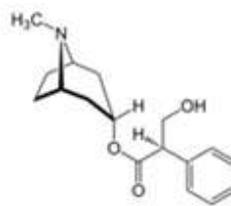
Trombeta de anjo



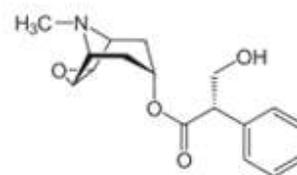
Escopolamina



Hioscinamina



Atropina



Hioscina

Figura 50 - Trombeta de anjo e os alcaloides medicinais que essa possui. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons, 2020.

Já o **oxigênio**, que ninguém considera um veneno, pois é indispensável para a respiração, pode se tornar um tóxico perigoso se não estiver diluído em uma proporção considerável de nitrogênio e outros gases, tal como se encontra no ar que respiramos.

Atenção: diluir não é o mesmo que dissolver. Para saber qual a diferença, visite o link do professor Canto <https://www.youtube.com/watch?v=bTN8wZ7pAX8>. Acesso em: 24 ago. 2020.



O uso de 100% de **oxigênio** no ar respirado é tóxico aos pulmões e a todo o organismo. A concentração de O_2 em excesso pode causar danos ao pulmão, fazendo com que suas estruturas murchem, dificultando a troca gasosa pelo sangue até a perda da função do órgão. Isso ocorre em função da falta do nitrogênio, que mantém as estruturas pulmonares infladas, para que a troca gasosa ocorra perfeitamente.

Em condições normais, o ar respirado é composto por 21% de **oxigênio**, 78% de **nitrogênio** e 1% de **outros gases**. Sem a presença do nitrogênio há um esforço maior para efetuar a oxigenação no sangue, comprometendo o funcionamento de todo o organismo.

Os venenos podem ser de origem:

- mineral (arsênico ou mercúrio, por exemplo);
- vegetal (a cicuta ou algumas plantas venenosas, por exemplo; as plantas medicinais, como a *Atropa beladonna* ou a *Zantedeschia aethiopica* são muito venenosas);
- animal (mordedura de serpentes, abelhas e medusas, por exemplo);
- artificial (muitas das substâncias sintetizadas pelo ser humano na indústria, por exemplo, como o ácido sulfúrico, ou o monóxido de carbono do escapamento dos automóveis).

Será que os agrotóxicos podem ser considerados como remédios ou venenos, conforme a dose utilizada? Ou sempre serão substâncias tóxicas?

Os agrotóxicos são classificados, de acordo com a toxicidade, em duas classes:

- Classificação Toxicológica (em humanos);
- Classificação do potencial de periculosidade ambiental.

4.1 Classificação Toxicológica



Pesquisa indica que não há dose segura de agrotóxico

Uma análise de dez agrotóxicos de largo uso no País revela que os pesticidas são extremamente tóxicos ao meio ambiente e à vida em qualquer concentração - mesmo quando utilizados em dosagens equivalentes a até um trigésimo do recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Encomendado pelo Ministério da Saúde e realizado pelo Instituto Butantan, o estudo comprova que não existe dose mínima totalmente não letal para os defensivos usados na agricultura brasileira. “Não existem quantidades seguras”, diz a imunologista Mônica Lopes-Ferreira, diretora do Laboratório Especial de Toxicologia Aplicada, responsável pela pesquisa. “Se (os agrotóxicos) não matam, causam anomalias. Nenhum peixe testado se manteve saudável. [...]

De acordo com o pedido do Ministério da Saúde, os cientistas testaram a toxicidade de dez pesticidas largamente utilizados no País. São esses: abamectina, acefato, alfacipermetrina, bendiocarb, carbofurano, diazinon, etofenprox, glifosato, malathion e piripoxifem. As substâncias são genéricas, usadas em diversas formulações comerciais. [...]. Três dos dez pesticidas analisados (glifosato, malathion e piriproxifem) causaram a morte de todos os embriões de peixes em apenas 24 horas de exposição, independentemente da concentração do produto utilizada. Esse espectro foi da dosagem mínima indicada, 0,66mg/ml, até 0,022mg/ml, que teoricamente deveria ter se mostrado inofensiva. [...] Os outros sete pesticidas analisados (abamectina, acefato, alfacipermetrina, bendiocarb, carbofurano, diazinon, etofenprox) causaram mortes de peixes em maior ou menor porcentagem, em todas as concentrações testadas. E mesmo entre os que sobreviveram “muitos apresentavam padrão de nado alterado que decorre da malformação das nadadeiras ou que podem sinalizar problemas neuromotores decorrentes da exposição ao veneno. [...]

Os resultados obtidos nos peixes, segundo os cientistas, são um forte indício da toxicidade dos produtos ao meio ambiente. Eles também apontam que pode haver danos aos seres humanos. “Nunca poderemos dizer que será igual (ao que foi observado nos peixes)”, afirmou a pesquisadora. “Mas, como geneticamente somos 70% iguais a esses animais, é muito alta a probabilidade de que a exposição aos agrotóxicos nos cause problemas”. [...]

JANSEN, Roberta. Jornal Estadão. Rio de Janeiro. Publicado em 04/08/2019.

Os efeitos toxicológicos são determinados, em geral, pela injeção ou pela administração oral da substância de interesse em animais, e observando-se como a saúde desses animais é afetada.

Para a avaliação e a classificação do potencial de periculosidade ambiental de um pesticida são realizados estudos físicoquímicos, toxicológicos e ecotoxicológicos.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda uma classificação, sujeita a revisões periódicas, que considera três critérios:

- a dose letal média (DL50) do biocida formulado, que considera a quantidade da substância tóxica que produz uma mortalidade de 50% dos animais de prova, em condições controladoras, por um tempo de 24 horas (a DL50 é calculada em miligramas de biocida por quilograma de peso);
- a forma de contato do biocida que pode ser oral ou dérmica;
- o tipo de fórmula, podendo ser sólida, líquida ou gasosa.

Considerando que a capacidade de determinada substância causar a morte ou algum efeito sobre os animais depende da sua concentração no corpo do indivíduo, a dose letal é expressa em miligrama da substância por quilograma da massa corporal (DL_{50} - mg/Kg).

A toxicidade de uma substância também pode variar de acordo com o modo de administração, e os rótulos dos produtos possuem identificações sobre sua toxicidade.

A aplicação incorreta de agrotóxicos pode causar efeitos agudos e crônicos nos organismos vivos. A magnitude dos efeitos depende da toxicidade da substância, da dose, do tipo de contato e do organismo.

Os efeitos agudos são aqueles que aparecem durante ou após o contato da pessoa com os agrotóxicos, já os efeitos de exposição crônica podem aparecer semanas, meses e até anos após o período de contato com tais produtos e são mais difíceis de serem identificados.

O quadro a seguir mostra os valores aproximados de DL50 cutânea ou CL50 inalatória, obtidos com base nos resultados dos estudos de toxicidade aguda oral, cutânea ou inalatória realizados com o produto a ser classificado, segundo Anvisa.

Ecotoxicologia é o ramo da toxicologia preocupado com o estudo de efeitos tóxicos causados por poluentes naturais ou sintéticos, causados por quaisquer constituintes do ecossistema: animais, vegetais ou micro-organismos, em um contexto integral.

Quadro 11 - Classificação toxicológica em função da toxicidade aguda oral (DL50), cutânea (DL50) e inalatória (CL50)

Categoria		Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5	Não classificado
Nome da categoria		Extremamente tóxico	Altamente tóxico	Moderadamente tóxico	Pouco tóxico	Improvável de causar dano agudo	Não classificado
Via de exposição oral (mg/kg p.c.)		≤ 5	>5-50	>50-300	>300-2000	>2000-5000	>5000
Via de exposição cutânea (mg/kg p.c.)		≤50	>50-200	>200-1000	>1000-2000	>2000-5000	>5000
Via de exposição inalatória	Gases (ppm/V)	≤100	>100-500	>500-2500	>2500-20000	>20000-50000	
	Vapores (mg/L)	≤0,5	>0,5≤2,0	>2,0≤10	>10≤20	>20-50	
	Produtos sólidos e líquidos (mg/L)	≤0,05	>0,05-0,5	>0,5-1,0	>1,0-5,0	>5,0-12,5	

Fonte: Anvisa (RDC nº 294/2019).

É obrigatório aparecer no rótulo ou na bula do produto a informação quanto a DL50 dos agrotóxicos, conforme indicado na figura 51.

Figura 51 - Bula do agrotóxico Imazaquim com a indicação da DL50 e CL50. Fonte: Os autores, 2020.



2.7 - EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS PARA ANIMAIS DE LABORATÓRIO:

Efeitos agudos: (Produto Formulado)

- DL50 oral e dermal em ratos: > 2000 mg/kg.
- CL50 inalatória: maior que 21,7 mg/L.

• Irritação dérmica: Não irritante dérmico em coelhos.

• Irritação ocular: Em estudo de irritação ocular realizado em três coelhos, um animal apresentou congestão na íris, edema e reatividade lenta à luz entre 24 e 48 horas.

Efeitos crônicos: Ratos de laboratório, tratados diariamente com Imazaquim, em níveis de até 3 mg/kg/dia via oral, durante dois anos, mostraram uma moderada depressão na atividade da colinesterase, primariamente a plasmática e secundariamente a eritrocitária. Nesse estudo os animais não apresentaram efeitos dignos de nota quanto ao seu comportamento, aparência, crescimento, mortalidade, hematologia, análises urinárias, de química sanguínea, histopatológicas de tecidos e órgãos ou incidência de neoplasias.



O **Paraquat** é um herbicida, do grupo bipyridílio, considerado extremamente tóxico. Seu rótulo traz sua DL50:

Efeitos Agudos e Crônicos para Animais de Laboratório:

Efeitos agudos:

DL50 oral em ratos: 500 mg/kg

DL50 dérmica em ratos: 2937 mg/kg

CL50 inalatória: <0,0056 mg/L

Irritação Dérmica: severamente irritante

Irritação Ocular: severamente irritante

Sensibilização cutânea: não sensibilizante



a) Qual a quantidade desse agrotóxico, supostamente, uma pessoa de 70 kg precisa entrar em contato (considerar contato dérmico) para ocorrer uma intoxicação aguda?

b) Podemos confiar nesses valores para humanos?

c) O que o agricultor pode fazer para evitar essa intoxicação?

d) Pesquise sobre o Paraquat e comente com seus colegas sobre sua fórmula estrutural e molecular, as funções orgânicas presentes em sua estrutura, quais os sintomas e sinais de intoxicação e quais os primeiros socorros em caso de intoxicação.

Quanto à toxicidade, a classificação foi estabelecida em função dos efeitos agudos que esses podem provocar na saúde das pessoas, ou seja, aqueles que aparecem imediatamente ou algumas horas após a exposição a doses elevadas do produto.

A Anvisa classifica os produtos da seguinte maneira:

Quadro 12 - Classificação dos agrotóxicos em classes de riscos segundo a Anvisa

Classe Toxicológica		Toxicidade	Faixa colorida
I		Produto extremamente tóxico (Fatal se ingerido, em contato com a pele ou inalado).	Vermelha
II		Produto altamente tóxico (Idem. A diferença no pior grau está na quantidade de exposição ao produto).	Vermelha
III		Produto moderadamente tóxico (causa intoxicação se ingerido, em contato com a pele, ou inalado).	Amarela
IV		Produto pouco tóxico (Nocivo se ingerido, em contato com a pele ou inalado).	Azul
V		Produto improvável de causar dano agudo (pode ser perigoso se ingerido, em contato com a pele ou inalado).	Azul
VI		Produto não classificado (sem riscos ou recomendações).	Verde

Fonte: Anvisa (RDC nº 294/2019).

Essa classificação toxicológica dos agrotóxicos é feita com base na DL50 e CL50, na forma de contato e nos efeitos sobre o organismo humano.

Testes também identificam o **Limite Máximo de Resíduos** (LMR), que é a quantidade máxima legalmente aceita de um agrotóxico no alimento e a **Ingestão Diária Aceitável** (IDA), que é a quantidade máxima do agrotóxico que se pode ingerir diariamente, durante toda a vida, sem oferecer riscos à saúde, de acordo com os conhecimentos científicos atuais.

Por trás destes testes está a crença de que o organismo humano pode ingerir, inalar ou absorver certa quantidade diária de venenos, sem que isso tenha consequências para a saúde.

Uma vez que estes dados são obtidos para as cobaias, são feitos alguns cálculos de correção para chegar ao valor do limite de tolerância para a exposição humana a cada agrotóxico. Portanto, o que se busca determinar com os testes é um valor aceitável de exposição humana ao envenenamento e não que não ocorra envenenamento.

A partir daí, trata-se de convencer de que, se a DL50 for respeitada, as pessoas estarão em segurança quanto à contaminação, mas será que isso está correto? A DL50 só informa a quantidade para evitar a morte súbita pela intoxicação aguda. A DL50, a IDA e LMR desconsideram que as pessoas estão expostas a diversos tóxicos simultaneamente e ao longo do tempo, ignorando que a mistura desses pode se potencializar e provocar efeitos crônicos.



1) A classificação toxicológica para os agrotóxicos leva em consideração os organismos humanos?

2) Será que todos os organismos humanos reagem da mesma maneira a esses produtos?

3) Qual o risco que as pessoas correm ao misturar produtos diferentes?

4) Ao abordar a toxicidade dos pesticidas, nos questionamos a respeito da razão pela qual a DL50 é, geralmente, reportada para outros animais, ou ainda, quais seriam as implicações de serem realizados esses testes em seres humanos. O artigo abaixo traz uma análise das questões éticas geradas pelo uso de animais para fins científicos na atualidade e pode fornecer elementos para essa discussão. Discuta com seus colegas sobre a questão da utilização de animais nestes testes. Você concorda? Se não utilizarmos animais, como poderemos obter informações sobre a toxicidade? Quais procedimentos éticos devemos utilizar nestes testes?

MENEZES FILHO, A. S.; GURGEL, W. B. Ética, método e experimentação animal: a questão do especismo nas ciências experimentais. Cadernos de Pesquisa, São Luis: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Maranhão, v. 18, n. 3, 2011. Disponível em: <http://www.periodicos eletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/643>. Acesso em: 07 jul. 2020.

O risco de intoxicação é definido como a probabilidade estatística de uma substância química causar efeito tóxico. É função da toxicidade do produto e da exposição a esse produto.

RISCO	TOXICIDADE	EXPOSIÇÃO
Alto	Alta	Alta
Baixo	Alta	Baixa
Alto	Baixa	Alta
Baixo	Baixa	Baixa

4.2 Classificação do potencial de periculosidade ambiental

Atualmente, o Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos, em valores absolutos, o que pode acarretar problemas de contaminação ambiental e para saúde humana, seja pela contaminação dos alimentos, seja pela exposição direta de trabalhadores aos produtos.

Os agrotóxicos podem ser muito tóxicos, além de persistentes e móveis no solo, na água e no ar, tendendo a se acumular no solo e na biota, e seus resíduos podem chegar às águas superficiais por escoamento, e às subterrâneas, por lixiviação.

A avaliação do potencial de periculosidade ambiental é baseada nas características intrínsecas de cada produto, bem como no seu comportamento e destino ambiental, além dos efeitos sobre organismos não-alvo.

Quando o produto não apresenta características proibitivas à concessão de registro, a avaliação do potencial de periculosidade ambiental (PPA), fundamentada em um conjunto de estudos, dados e informações técnicas, resulta na classificação destes produtos em uma das seguintes quatro classes:

- **Classe I** - produto altamente perigoso ao meio ambiente;
- **Classe II** - produto muito perigoso ao meio ambiente;
- **Classe III** - produto perigoso ao meio ambiente; e
- **Classe IV** - produto pouco perigoso ao meio ambiente.

O gráfico 1 mostra a relação, em porcentagem, entre a quantidade total de princípio ativo comercializado no Brasil e a classe de periculosidade ambiental.

Quantidade de agrotóxico comercializado por periculosidade ambiental - Brasil em porcentagem de toneladas de ingrediente ativo

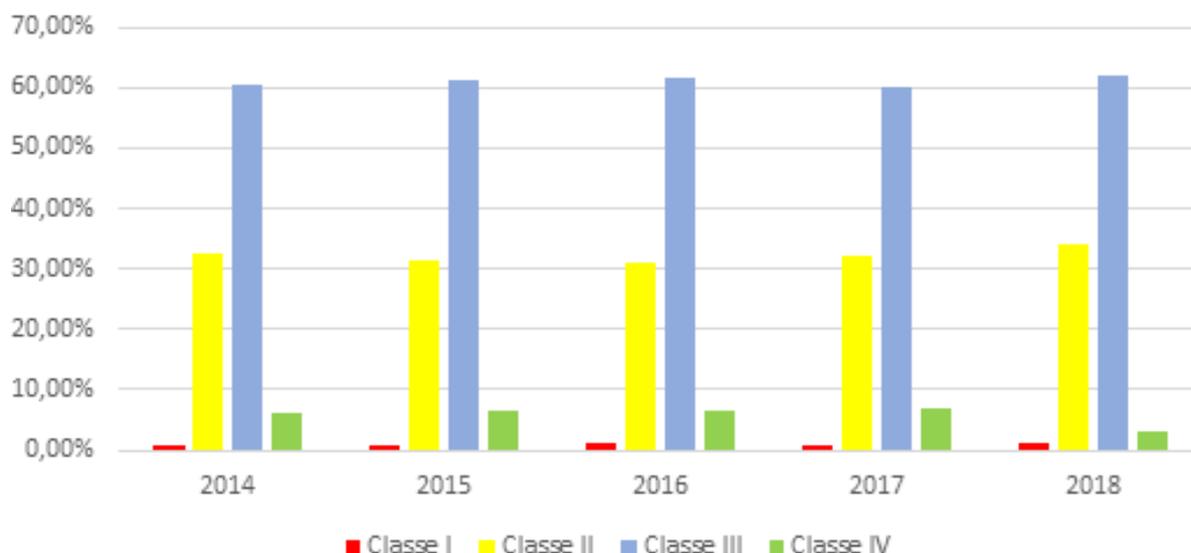


Gráfico 1 - Quantidade de agrotóxico comercializado por periculosidade ambiental no Brasil em porcentagem de toneladas de ingrediente ativo. Fonte: Relatório de Comercialização de Agrotóxicos - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2019.

A séria histórica apresenta uma tendência de crescimento do consumo de agrotóxicos em todas as regiões brasileiras. Dessa forma, aponta a necessidade de ações específicas para o controle do seu uso tendo em vista os riscos de contaminação ambiental e para a saúde humana.

Quanto às classes de periculosidade ambiental, ao longo do período de 2014 a 2018, observa-se uma tendência de crescimento do consumo aparente de agrotóxicos das classes II e III um pouco maior que das demais, sendo que as classes I (a de maior periculosidade) e IV apresentam uma tendência de estabilidade ao longo do tempo, mesmo com uma porcentagem da classe IV em 2018.

A classe I apresenta pouca participação no total e com tendência de leve acréscimo, passando de 0,94% em 2014 para 1,24% em 2018. Em termos percentuais, a participação de agrotóxicos da classe II teve o maior crescimento em relação ao total de produtos comercializados, passando de 32,45% em 2014 para 34,18% em 2018. A classe III teve o segundo maior crescimento, em termos de percentuais, partindo de 60,47% em 2014 para 62,00% do total 2018.

Esse cenário também aponta para a necessidade de maiores estudos para adoção de políticas públicas com vistas ao controle e à diminuição do uso dos agrotóxicos, com ênfase nas classes de maior periculosidade (classes I e II), e de incentivos ao desenvolvimento, oferta e consumo de agrotóxicos de menor periculosidade.

O uso de agrotóxico é parte fundamental do modelo agrícola contemporâneo

que apresenta elevados índices de produtividade. Seu impacto social e ambiental demanda constante preocupação por parte da sociedade. O conhecimento dos quantitativos comercializados e de suas tendências, ao longo do tempo, podem auxiliar na tomada de decisões regulatórias, no aumento da fiscalização de produtos, e no desenvolvimento de estudos e pesquisas para o registro de produtos e para alternativas que sejam menos impactantes.

O sistema de classificação quanto ao PPA compreende os parâmetros de **transporte, persistência, bioconcentração e ecotoxicidade** a diversos organismos. Para a avaliação de cada parâmetro, os estudos relacionados são considerados de modo que cada parâmetro seja classificado em função dos correspondentes resultados dos estudos físico-químicos e ecotoxicológicos.

Na avaliação ambiental, quando um produto agrotóxico é aplicado, interessa saber o seu potencial de **transporte entre os diferentes compartimentos ambientais**, a saber: ar, solo e água. A extensão da partição do produto entre os compartimentos solo e ar é estimada pela pressão de vapor sendo considerado volátil o produto cujo ingrediente ativo apresente valor superior a 10^{-6} mmHg (7,5 kPa). Por outro lado, a extensão da partição do produto entre os compartimentos água e ar ou sólido úmido e ar é estimada pela constante de Henry, calculada com base na pressão de vapor e solubilidade.

Na classificação quanto ao PPA, para o parâmetro transporte, somente a extensão da partição do produto entre os compartimentos solo e água é considerada. Para fins de classificação, compõem o parâmetro transporte as classificações parciais obtidas para os resultados dos estudos relativos à solubilidade em água, mobilidade e adsorção/dessorção em solos, todos com igual peso na classificação do parâmetro.

O **potencial de persistência** é avaliado com base em resultados de estudos conduzidos em água e solo. Na água são considerados mecanismos de degradação abiótica (hidrólise e fotólise) e biótica (biodegradabilidade imediata). No solo, considera-se a degradação biótica (biodegradabilidade em solo), avaliada com, pelo menos, três tipos de solos nacionais.

O **potencial de bioconcentração** é avaliado por meio do respectivo estudo realizado com peixes. O estudo é condicionalmente requerido conforme as informações de log Kow (logaritmo do coeficiente de partição 1-octanol/água), solubilidade, hidrólise e biodegradabilidade imediata.

Para os **organismos não alvo** é adotado um procedimento similar ao adotado para os parâmetros persistência e transporte para agrupar os demais estudos avaliados, construindo-se os seguintes parâmetros parciais: organismos do solo, a partir de micro-organismos e minhocas; organismos aquáticos, a partir de algas, microcrustáceos e peixes; aves e abelhas; e toxicidade sistêmica para mamíferos, a partir de toxicidade oral aguda. Em regra, os estudos de toxicidade considerados

para as classificações são estudos de toxicidade aguda.

Segundo a atual legislação, compete ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento realizar a avaliação da eficácia agronômica, ao Ministério da Saúde executar a avaliação e classificação toxicológica e ao Ministério do Meio Ambiente avaliar e classificar o potencial de periculosidade ambiental.



1) Após todas essas informações sobre a toxicidade dos agrotóxicos, você acha que o mais sensato é chamar esses produtos de agrotóxicos ou defensivos agrícolas? Justifique.

2) Quando uma pessoa sofre intoxicação crônica, significa que teve contato com a substância por um longo período de tempo. Será que é fácil relacionar este tipo de intoxicação com os agrotóxicos?



1) **Curso Intoxicação por Agrotóxicos: noções gerais. A exposição humana aos agrotóxicos - parte 2** (Vídeo 9:20 min). Produzido pela UFRGS. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=piule123Hx8>. Acesso em: 24 ago. 2020.

2) **Quais são os principais sinais e sintomas da intoxicação por agrotóxicos?** Disponível em: <http://renastonline.ensp.fiocruz.br/recursos/quais-sao-os-principais-sinais-sintomas-intoxicacao-agrotoxicos>. Acesso em: 24 ago. 2020.

CAPÍTULO 5

Desequilíbrio Ambiental

- Como os agrotóxicos afeta o equilíbrio ecológico?
- Quais as consequências dos desequilíbrios ecológicos para o meio ambiente e para nossa sociedade?
- Qual a nossa responsabilidade perante os desequilíbrios ecológicos que ocorrem em nossa comunidade?



Desmatamento e agrotóxicos podem causar prejuízo à economia

Quase a metade das espécies de insetos está ameaçada de extinção e a agricultura, principal responsável pela mortalidade, é quem corre o maior risco. A morte de abelhas em decorrência do uso de agrotóxicos e mudanças em seu habitat já não são uma novidade. Um novo estudo, elaborado pela revisão de outros 73 relatórios, indica que mais de 40% das espécies de insetos estão ameaçados de extinção.

“Nosso trabalho revela taxas dramáticas de declínio que podem levar à extinção de 40% das espécies de insetos do mundo nas próximas décadas”, escreveram os autores do estudo Francisco Sánchez-Bayo, da Universidade de Sydney, e Kris Wyckhuys, da Universidade de Queensland.

De acordo com os pesquisadores, a mortandade dos invertebrados é consequência de diversos fatores, como: a urbanização, as mudanças climáticas, a poluição e o aumento de espécies invasoras que atacam os insetos. A agricultura, entretanto, é considerada a maior responsável pelo desequilíbrio ambiental.

“A menos que mudemos nossas formas de produzir alimentos, os insetos como um todo irão seguir o caminho da extinção em poucas décadas”, escrevem. “As repercussões que isso terá para os ecossistemas do planeta são, no mínimo, catastróficas”.

No entanto, a “catástrofe” não se resume aos sistemas naturais. A própria agricultura sofre as consequências de suas práticas. O “Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil”, produzido em conjunto pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES) e pela Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador (REBIPP), mostra o tamanho do nosso problema.

No Brasil temos pelo menos 600 espécies de insetos transitando por zonas agrícolas, sendo que 250, pelo menos, têm potencial polinizador. Das 191 culturas agrícolas utilizadas para a produção de alimentos no país, 114 (60%) são visitadas por polinizadores.

As abelhas são as mais importantes, responsáveis por 66% da polinização da produção agrícola, mas outros insetos, como besouros, borboletas, mariposas, vespas e moscas também fazem sua parte, assim como aves e morcegos. [...]

A conclusão do documento é que, para evitar uma perda na produtividade da agricultura é preciso manter um firme controle na regulamentação do uso de agrotóxicos, preservar as áreas naturais que promovam o serviço ecossistêmico de polinização, e regulamentar a meliponicultura - que é a criação de espécies nativas de abelhas sem ferrão. [...]

Revista Galileu. Publicada em 13 de fev. de 2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2019/02/desmatamento-e-agrotoxicos-podem-causar-prejuizo-economia.html>. Acesso em: 10 ago. 2020.

O ser humano depende da natureza para viver, sempre dependeu. A natureza fornece coisas vivas e não vivas presentes na água, no solo e no ar. O ser humano, como todos os outros animais, precisa se alimentar de vegetais, de outros animais e de água.

No entanto, atualmente, o homem não precisa apenas de alimentos, precisa de lenha para o fogão, precisa de alguns minerais como alumínio, ferro e cobre, precisa de energia que pode vir das hidrelétricas, dos combustíveis fósseis como o petróleo e o gás natural e várias outras substâncias.

A natureza existe em um equilíbrio entre o que essa produz e o que essa absorve. Quando se mexe na natureza, cortando árvores, escavando o chão, desviando o leito dos rios, estamos causando modificações na natureza.

É importante observar que, quando essas modificações sejam realizadas, se procure não alterar o equilíbrio da natureza.

Alterações que causam desequilíbrios, de grande porte e de forma desordenada, causam o que os especialistas chamam de desastres ecológicos.



A grande ilha de Bornéu, também chamada de Kalimantan pelos indonésios, está localizada no Oceano Pacífico, mais ou menos entre a Austrália e a China e próxima a outras grandes ilhas como Java e Sumatra. A ilha é maior que o Estado de Minas Gerais e menor que o Estado de Mato Grosso.

Durante quinhentos anos essa ilha pertenceu à Indonésia. Em 1963, a Malásia anexou a parte setentrional de Bornéu.

Seu clima é tropical, a vegetação é constituída de muitos coqueiros e os nativos vivem em casas construídas de madeira, de palha e de folhas de coqueiros, mais ou menos semelhantes às casas dos nativos que vivem aqui na América tropical.

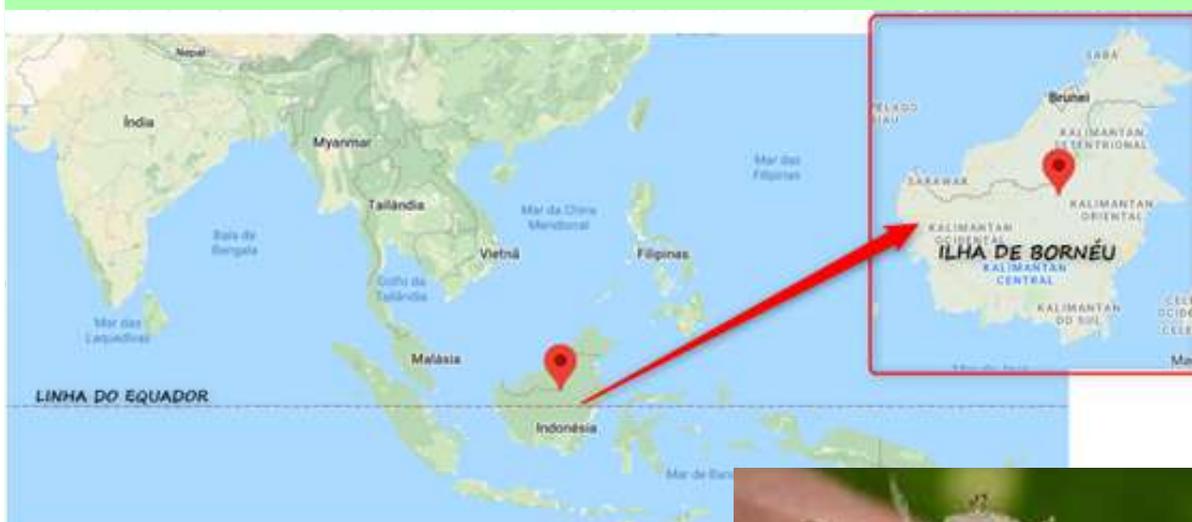


Figura 52 - Localização geográfica da Ilha de Bornéu. Fonte: Google maps, 2020.

Lá pelo ano de 1960, houve, na ilha de Bornéu, uma epidemia de malária. Os doentes tiveram pronta assistência médica da OMS (Organização Mundial da Saúde), que é o órgão internacional responsável pelas ações de saúde e combate às doenças no mundo todo.



Figura 53 - Mosquito do gênero *Anopheles*. Fonte: Wikimedia Commons.



A malária é uma doença infecciosa febril aguda, causada por protozoários *Plasmodium* transmitidos pela fêmea infectada do mosquito *Anopheles*. Esse protozoário se desenvolve no organismo dos mosquitos. O ciclo da malária humana é homem-anofelino-homem. Geralmente é a fêmea que ataca porque precisa de sangue para garantir o amadurecimento e a postura dos ovos. Depois de picar um indivíduo infectado, o parasita desenvolve parte de seu ciclo no mosquito e, quando alcança as glândulas salivares do inseto, está pronto para ser transmitido para outra pessoa. Acesse em: <https://drauziovarella.uol.com.br/entrevistas-2/malaria-entrevista/>

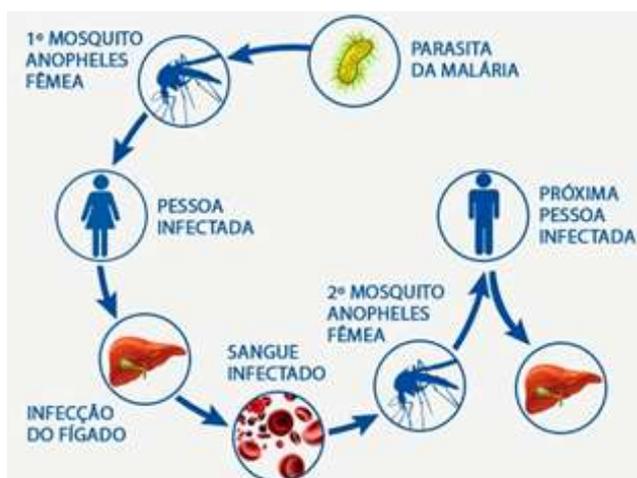


Figura 54 - Ciclo de transmissão da malária em humanos. Fonte: Guarantã News, 2019. Disponível em: <https://www.guarantanews.com.br/noticia-11533-estado-emite-alerta-sobre-malaria.html>. Acesso em: 10 ago. 2020.

O primeiro resultado observado foi magnífico! Morreram, praticamente, todos os pernilongos da ilha, e seus habitantes viram-se livres não só da malária, mas também daquelas picadas incômodas que sofriam à noite, em suas casas, ou mesmo de dia, nas sombras dos bosques. Mas... algumas coisas estranhas começaram a acontecer em todo o território de Bornéu...



Infelizmente, o DDT não matava apenas os pernilongos. Matava, também, outros insetos, como abelhas, besouros, baratas etc. As baratas, insetos de porte maior, possuem um exoesqueleto mais rígido que o dos insetos de porte menor. O exoesqueleto é vulgarmente chamado de "casca". Formado por quitina, serve para proteger os insetos de ataques mecânicos, físicos e químicos.

Os corpos das baratas absorveram pouco inseticida, protegidos pela casca. Elas não morreram em função da ação do inseticida, mas foram afetadas por esse e ficaram zonzas e sonolentas, porque o DDT, embora insuficiente para provocar a morte, foi capaz de "dopá-las".

Para conter essa epidemia, os sanitaristas da OMS precisaram destruir os mosquitos do gênero *Anopheles*, ou anofelinos.

Desejando combater os pernilongos, que transmitiam a malária aos habitantes da ilha, decidiu-se fazer uma grande aplicação de inseticidas. Usando aviões e outros equipamentos foram aplicadas verdadeiras nuvens de DDT em todo o território, abrangendo matas, plantações, casas etc.

Figura 55 - Avião pulverizando agrotóxico. Fonte: Wikimedia Commons, 2020.



Produtores agrícolas brasileiros costumam misturar dois ou mais agrotóxicos no tanque para a aplicação. Esse é outro fator de risco muito importante, pois não se conhecem as interações entre as substâncias e qual o nível de toxicidade da mistura.



Assim, as baratas se tornaram incapazes de se esconder com rapidez quando atacados pelos... lagartos de Bornéu! Acontece que o lagarto de Bornéu é um grande comedor desses insetos maiores – besouros e baratas – e agora, tendo alimento tão fácil de apanhar, fartaram-se de comer insetos e... apanharam uma bela indigestão! Cada um comeu várias baratas, cinco, seis, talvez

dez, ingerindo, portanto, bastante DDT.

A verdade é que os lagartos não sabiam que aqueles insetos estavam envenenados... e, comendo-os ficaram, também, meio paralisados, sem poder correr e, portanto, sem poder fugir dos... gatos! Desse modo, os gatos da ilha passaram a contar com um novo petisco, que nunca haviam provado antes: deixaram de perseguir seus ratos e passaram a se alimentar de carne de lagarto. Naturalmente, carne envenenada... Cada lagarto, tendo comido centenas de insetos, já acumulava, em seu corpo, uma grande quantidade de DDT. Consequentemente, cada gato, comendo cinco ou dez lagartos, adquiria uma dosagem fatal. O resultado não podia ser outro: morreram praticamente todos os gatos. Os que restaram estavam doentes, envenenados e, portanto, também condenados à morte.



Todos sabemos que os gatos são arqui-inimigos dos ratos, sendo seus predadores. Em Bornéu já não se encontravam gatos, pois haviam sido mortos pela ação do DDT que ingeriram, comendo os lagartos... É natural que, morrendo os gatos, os ratos passassem a proliferar abundantemente. E, Bornéu passou a sofrer de uma verdadeira invasão desses roedores.

Que felicidade para os ratos! Sem gatos para devorá-los, os ratos se multiplicaram rapidamente e infestaram Bornéu. Para muitos ratos é preciso muita comida. Eles comeram boa parte dos cereais que os habitantes da ilha haviam armazenado para seu próprio consumo.

Ademais, os ratos transmitem muitas doenças, e os nativos viram a necessidade urgente de combatê-los para que não acabassem com sua comida e não lhes transmitissem doenças, que poderiam causar epidemias.

Alarmados, os técnicos da OMS providenciaram, rapidamente, uma grande

remessa de gatos para a ilha, restabelecendo rapidamente o controle da situação.

Mas... aí é que veio o pior: as casas dos nativos, construídas de ripas e palhas de coqueiro, começaram a cair! Essas casas desabavam uma após as outras, deixando os habitantes de Bornéu desabrigados. Durante muitos dias,



engenheiros e biólogos observaram o local, procurando descobrir a causa da destruição das habitações. De repente, deram com o fato quando viram grandes quantidades de insetos, agrupados nas árvores da ilha, devorando os troncos e as enormes folhas das palmeiras!

O assunto foi logo estudado pelos especialistas da OMS, que descobriram o seguinte: existe um inseto – uma espécie de “baratinha” – que se alimenta vorazmente de palha de coqueiro. Só que, normalmente, esse inseto não atingia números muito grandes, porque o lagarto de Bornéu não deixava: esse animal gostava muito de comer essas baratinhas. Com o desaparecimento do lagarto, esses insetos não tinham mais limites para sua reprodução, e comiam toda a palha de coqueiro que encontravam pela frente!

No entanto, não lhes bastavam apenas as folhas dos coqueiros e palmeiras: devoraram também as folhas secas das coberturas das casas e das divisórias feitas com talo e folhas de palmeira. Que horror! As casas dos daíques foram ao chão. A OMS não teve outra solução: procurou, nos continentes, outro tipo de lagarto semelhante àquele de Bornéu e os transportou em grande número para a ilha. Finalmente, conseguiu-se restabelecer o equilíbrio. Um equilíbrio que dependia das baratinhas do coqueiro, que eram controladas pelos lagartos que foram destruídos pelos gatos por causa do DDT aplicado para combater pernilongos, que transmitiam a malária. Quem poderia imaginar uma relação entre a queda de casas e a malária?

Hoje são conhecidos inúmeros exemplos de desequilíbrios desse tipo causados pela aplicação de inseticidas e outros praguicidas em todo o mundo. Cada um desses permitiu descobrir alguma coisa a mais sobre os efeitos secundários que o controle às pragas pode produzir, quando mal orientado.

Texto adaptado do livro: BRANCO, Samuel Murgel. Natureza e Agroquímicos. São Paulo, 3ª ed. Moderna, 2013.

Como acabamos de ver no texto, toda espécie faz parte de uma teia alimentar e sua extinção pode provocar desequilíbrios ecológicos e até mesmo o desaparecimento de outras espécies. Se pássaros, aranhas e outros animais que comem insetos herbívoros forem eliminados, por exemplo, esses insetos poderão se multiplicar e destruir plantações.

Para combater insetos e outros organismos, que se alimentam de plantas, é comum o uso de agrotóxicos. Muitos inseticidas não são específicos e afetam também outros organismos além da praga alvo. Além de destruírem os insetos perniciosos, afetam aqueles que transportam o pólen (e são, portanto, essenciais para a reprodução de certas plantas) e diversos outros que se alimentam das espécies perniciosas. Além disso, é possível que se desenvolva uma geração de insetos resistentes ao veneno. Livres de seus inimigos naturais, esses insetos poderão se proliferar mais rapidamente.

Um dos problemas ambientais mais sérios é o acúmulo de substâncias tóxicas no ambiente. Muitos desses produtos não podem ser decompostos por bactérias e pelos fungos, e são chamados **não biodegradáveis**, ou então, esses produtos demoram dezenas ou centenas de anos para se decompor, sendo, por isso, também chamados **poluentes persistentes** ou **conservativos** (é o caso do DDT, por exemplo). Muitos desses poluentes, uma vez absorvidos por um organismo, demoram muito tempo para serem eliminados e se acumulam até atingir concentrações muito nocivas, podendo provocar doenças e até a morte. É o caso de metais pesados como o mercúrio e o chumbo, ou mesmo substâncias orgânicas (em geral sintéticas), como o inseticida DDT.

Por causa da redução da biomassa na passagem de um nível trófico para outro, a concentração do produto tóxico aumenta nos organismos ao longo da cadeia alimentar, e os organismos dos últimos níveis tróficos acabam absorvendo doses altas dessas substâncias prejudiciais à saúde. Esse fenômeno é conhecido como **magnificação trófica, biomagnificação** ou **amplificação biológica**⁸.



1- Monte uma teia alimentar que explique os acontecimentos na ilha de Bornéu e envolva todos os animais citados no texto.

2- A posição geográfica da ilha de Bornéu justifica o clima tropical. Além do calor e das chuvas abundantes, esse clima também favorece as plantas e a proliferação de insetos. Por que isso acontece?

3- Quem são os produtores, os consumidores primários, consumidores secundários e consumidores terciários da teia alimentar descrita na história?

4- No texto foi usado um inseticida para matar os pernilongos, outra solução seria a introdução de um predador natural de pernilongos na ilha. Essa nova estratégia poderia causar algum problema ambiental? Explique sua resposta.

5- Imagine que com tantos animais mortos pelo inseticida, os fungos e bactérias se multiplicaram descontroladamente e a Organização Mundial de Saúde resolvesse matar todos os fungos e bactérias para evitar doenças causadas por esses organismos. Qual seria o impacto dessa atitude no ambiente dessa ilha? Explique sua resposta.

8. LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. *Biologia Hoje*. V. 3. 3º ed. São Paulo: Ática, 2017.

6- Que bioma brasileiro vem sendo mais afetado pelo desmatamento para plantações de monoculturas no agronegócio?



Esse caso é apenas mais um exemplo do que pode ocorrer pela falta de cuidado no manejo do meio ambiente. Faça uma pesquisa a respeito de casos de desequilíbrio ecológico no Brasil. Aparecerão muitas situações diferentes em várias regiões do país.

Procure identificar um caso que ocorra na cidade onde você mora ou nas proximidades e elabore um texto descritivo ou um vídeo explicando como você faria para evitá-lo, caso fosse o(a) prefeito(a). Discuta o texto ou vídeo produzido em sala de aula, em um dia organizado pelo(a) professor(a). Escute com atenção as apresentações dos colegas e proponha ideias quando achar adequado.



1-Desequilíbrio ecológico na ilha de Bornéu. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ANbZAsAm0yU>. Acessado em: 07 mar. 2020.

2- O caso DDT no Bornéu. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XcZlwVSgr1c>. Acessado em: 07 de mar. 2020.

3- Desequilíbrio ecológico está relacionado ao aparecimento de escorpiões. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TzQiq3edAhA>. Acessado em: 07 mar. 2020.

4- Agrotóxicos são inimigos não só das pragas. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2013/08/23/interna_tecnologia,438496/agrotoxicos-sao-inimigos-nao-so-das-pragas.shtml. Acesso em: 07 mar. 2020.

5- Acidentes com taturanas aumentam 35% devido a desequilíbrio ecológico. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/ag-estado/2018/05/07/acidentes-com-taturanas-aumentam-35-devido-a-desequilibrio-ecologico.htm?cmpid=copiaecola>. Acessado em: 07 mar. 2020.

6- Gatos voltam à vida selvagem e ameaçam espécies nativas de Fernando de Noronha. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47343878>. Acessado em: 07 mar. 2020.

7- Quando MAO TSÉ-TUNG exterminou 1 bilhão de pardais e teve que importar pássaros da URSS. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/historia-quando-mao-tse-tung-matou-1-bilhao-de-pardais-chineses-e-teve-que-importar-passaros-da-urss.phtml>. Acessado em: 07 mar. 2020.

CAPÍTULO 6

A importância dos rótulos e bulas

- Você já comprou algum produto apenas pelo atrativo da embalagem e do rótulo?
- Você lê os rótulos dos produtos que você compra, como por exemplo, produtos de higiene, limpeza, inseticidas domésticos, remédios ou alimentos?
- Você já leu em um rótulo de inseticida doméstico, quais os cuidados de devemos ter ao utilizá-lo dentro de casa?



Figura 56 - Foto de rótulos de produtos variados.
Fonte: Adaptado Google Imagens, 2020.

Os rótulos foram assumindo diversas funções ao longo do tempo, conforme a evolução das embalagens, como identificação do produto e registro de marcas. Uma marca comercial é um logotipo facilmente identificável pelo consumidor que a essa está associando uma imagem positiva, fazendo com que o seu produto seja aceito rapidamente para consumo.

Quando isso foi identificado pelo mercado empresarial, logo diversos estudos com equipes multidisciplinares foram desenvolvidos, com o propósito de se encontrarem estratégias que induzissem à aceitação das marcas dos produtos. Para isso, surgiu a indústria de marketing, por meio de investimentos maciços em propagandas.

Como resultado desse processo, milhares de pessoas foram induzidas ao consumo de determinadas mercadorias, muitas vezes, sem nem perceberem, ou até mesmo sem nem necessitarem do uso dessas. Formou-se, assim, a sociedade de consumo que levou à crise ambiental. Conhecer essa dinâmica do mercado empresarial é fundamental para que possamos mudar o paradigma dominante do mercado para um paradigma sustentável.

Os rótulos devem estar nas embalagens de todos os produtos. E isso não é à toa! No entanto, você sabe a utilidade dos rótulos das embalagens? Se o rótulo tem a função de induzir atitudes consumistas, esse, por outro lado, passou a ter outra função que, até por determinação legal, passa a informar o consumidor sobre as características, as propriedades e o uso do produto. Os rótulos devem estar nas embalagens de todos os produtos. Por ser uma forma de comunicação entre a empresa e nós consumidores, o rótulo deve ser claro e objetivo, facilitando o correto entendimento das informações pelo consumidor.

Nome e tipo de produto, marca, slogan, peso líquido, composição química, instruções de uso, informações e serviços de atendimento ao consumidor, prazo de validade, código de barras, recomendações, propaganda e tipo de embalagem. Qual de nós não fez pelo menos uma leitura rápida de uma embalagem? Frequentemente, encontramos pessoas no supermercado lendo os rótulos dos produtos que desejam comprar ou conhecer melhor. Essa prática tão comum tem sido utilizada pelas indústrias como forma de comunicação com os consumidores, mesmo que seja, na maioria das vezes, persuasiva.



Figura 57 – Consumidor analisando rótulo de um produto. Fonte: Anvisa, 2019.

Em alguns produtos, como os medicamentos e os agrotóxicos, além do rótulo temos a bula, na qual se apresentam mais informações para utilização segura e eficaz. Cada tipo de produto (alimentos, produtos de limpeza, medicamentos, agrotóxicos, produtos domissanitários etc.) possui informações referentes às medidas corretas para o seu uso, todavia, há diversas informações importantes constantes nesses, que devem ser observadas pelo consumidor e algumas dessas são obrigatórias em todas as embalagens, como: o nome do produto; a quantidade líquida ou sólida; as condições especiais de conservação; as instruções de utilização/preparação; o prazo de validade; a lista de ingredientes e aditivos; em alimentos deve conter os valores nutricionais; em produtos de limpeza, higiene ou produtos de uso abrasivo/corrosivo ou tóxico devem ser mencionados os princípios ativos, alertas de cuidado e primeiros socorros em caso de ingestão ou contato; nome e endereço do fabricante, embalador ou vendedor.

Essas informações ajudam o consumidor na decisão de uso do produto, evitando compras enganosas, por mensagens dúbias utilizadas pela mídia, bem como orientam sobre recomendações essenciais para o correto manuseio.

Os principais pontos que merecem ser observados na leitura de rótulos são: **composição química, modo de usar, cuidados de conservação e precauções, termos científicos utilizados como propaganda e cores/imagens.** A atenção na composição química implica necessidade de buscar informações sobre a ação e o efeito dos principais componentes enumerados no produto.

Deve-se ter atenção redobrada para se certificar sobre a clareza das informações relativas ao modo de usar e cuidados de conservação e precauções. Por fim, a análise dos termos científicos, das cores e imagens deve alertar sobre algum truque efetuado pela indústria para aumentar a venda do produto.

O Código de Defesa do Consumidor estabelece como obrigação do fornecedor de produtos, possivelmente nocivos ou perigosos, informar sobre sua periculosidade ao consumidor de maneira ostensiva. No caso específico dos agrotóxicos, sua embalagem e rotulagem são regulamentadas pelo Decreto-Lei nº 4074, de 4 de janeiro de 2002, que determina certos requisitos que devem ser atendidos, de modo a propiciar segurança e alertar o usuário desses produtos sobre os riscos inerentes ao manejo desses produtos químicos.

Segundo o Decreto, rótulos e bulas de agrotóxicos devem conter, entre outras informações, a procedência do produto, grau de toxicidade, forma de utilização, recomendações para que a bula seja lida antes da aplicação do agrotóxico, frases de advertência e símbolos de perigo padronizados de acordo com sua classe toxicológica e instruções para o caso de acidentes.

A figura 58 ilustra o modo como o rótulo deve ser dividido e como as informações devem ser dispostas.



Figura 58 - Divisão do rótulo em três colunas e a disposição das informações segundo critérios da legislação federal de agrotóxicos. Fonte: Andef, 2020.



Figura 59 - Parte central do rótulo do agrotóxico Fipronil. Fonte: Os autores, 2020.

Segundo legislação pertinente, deverão constar obrigatoriamente no rótulo de agrotóxicos e afins:

NA COLUNA CENTRAL

a) marca comercial do produto;
b) composição do produto: indicando o(s) ingrediente(s) ativo(s) pelo nome químico e comum, em português, ou científico, internacionalmente aceito, bem como o total dos outros ingredientes e, quando determinado pela autoridade competente, expresso por suas funções e indicado pelo nome químico e comum em português;
c) quantidade de agrotóxico ou afim que a embalagem contém expressa em unidades de massa ou volume, conforme o caso;
d) classe e tipo de formulação;
e) a expressão: "Indicações e restrições de uso: Vide bula e receita";
f) a expressão: "Restrições Estaduais, do Distrito Federal e Municipais: vide bula";
g) nome, endereço, CNPJ e número do registro do estabelecimento registrante, fabricante, formulador, manipulador e importador, sendo facultado consignar, nos casos em que o espaço no rótulo for insuficiente, que os dados – exceto os do fabricante e os do importador – constam na bula;
h) número de registro do produto comercial e sigla do órgão registrante;
i) número do lote ou da partida;
j) recomendação em destaque para que o usuário leia o rótulo, a bula e a receita antes de utilizar o produto, conservando-os em seu poder;
l) data de fabricação e de vencimento;
m) indicações se a formulação é explosiva, inflamável, comburente, corrosiva, irritante ou sujeita a venda aplicada;
n) as expressões: "é obrigatório o uso de equipamentos de proteção individual. proteja-se." e "é obrigatória a devolução da embalagem vazia.";
o) classificação toxicológica; e
p) classificação do potencial de periculosidade ambiental.

NAS COLUNAS DA ESQUERDA E DA DIREITA - PREOCUPAÇÃO RELATIVAS AO MEIO AMBIENTE

a) precauções de uso e advertências quanto aos cuidados de proteção ao meio ambiente;
b) instruções de armazenamento do produto, visando sua conservação e prevenção contra acidentes;
c) informação em relação a acidente, o que fazer em caso de ocorrência de acidente;
d) orientação para que sejam seguidas as instruções contidas na bula referente à tríplice lavagem e ao destino de embalagens e de produtos impróprios para utilização ou em desuso;
e) número de telefone de pessoa habilitada a fornecer todas as informações necessárias ao usuário e comerciante;
f) precauções relativas à saúde humana;
g) precauções de uso e recomendações gerais, quanto aos primeiros socorros, antídotos e tratamentos, no que diz respeito à saúde humana;
h) telefone da empresa para informações em situações de emergências;
i) precaução na preparação da calda;
j) precaução durante a aplicação da calda;
l) precauções após a aplicação.



Figura 60 - Rótulo de um agrotóxico. Fonte: Os autores, 2020.

Nos produtos domissanitários, produtos utilizados em meio urbano, todas as informações devem estar nos rótulos.

Será que todos leem os rótulos? Observem os informações contidas no rótulo de um inseticida doméstico.



Figura 61 - Rótulo de um inseticida doméstico. Fonte: Os autores, 2020.

A partir das informações contidas neste rótulo podemos observar:

a) o princípio ativo e sua concentração: praletrina 0,03%, Cipermetrina 0,1%, imiprotrina 0,03%. Sabendo que a massa do produto contida nesta embalagem

é de 217g, conseguimos calcular a massa em gramas de cada uma dessas substâncias.

Praletrina = 0,0651g

Imiprotrina = 0,0651g

Cipermetrina = 0,217g

b) grupo Químico: Piretrinas e piretroides.

c) modo de uso: Essa é uma informação muito importante que poucos dão atenção. Este produto específico tem escrito na embalagem: CUIDADO! PERIGOSO! O modo de uso traz informações de como utilizar o produto corretamente e os cuidados que devemos ter em sua utilização.

d) precauções: que cuidados devemos ter ao utilizarmos e guardarmos o produto, bem como os procedimentos que devemos tomar em caso de intoxicação.

e) antídoto: em caso de intoxicação.

f) telefone de emergência em caso de intoxicação.

g) estocagem e descarte da embalagem.

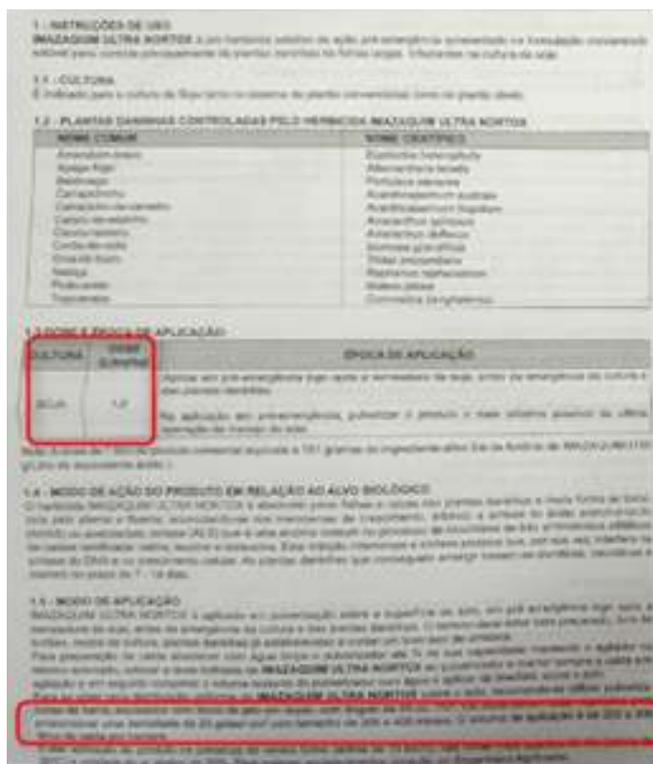
h) riscos ambientais: este pesticida é tóxico para peixes.

i) dados da empresa fabricante do produto.

No link:

<http://www.labvirtq.fe.usp.br/applet.asp?time=8:50:05&lom=10767>

construído pelo LabVirt de Química da USP, há uma simulação sobre o cálculo de porcentagem. Dê uma olhadinha!



A bula dos agrotóxicos traz outras informações que complementam as informações dos rótulos, assim como as bulas de medicamentos. Essas informações são importantes para a utilização correta do produto. Através da composição química, da concentração do princípio ativo, da dose de aplicação conseguimos calcular a concentração final da calda.

Por exemplo: Para o Imazaquim, a dose recomendada é de 1 L/ha do produto. O volume de aplicação é de 200L de calda por hectare. Sendo assim, após a diluição do produto, a calda terá uma concentração de 0,805g/L (0,805g do princípio ativo por cada 1L de calda preparada).

Figura 62 - Bula do agrotóxico Imazaquim.
Fonte: Os autores, 2020.



1) Enumere atitudes que possam ser adotadas para reduzir a influência dos mecanismos de marketing utilizados pela mídia.

2) Faça a leitura de, pelo menos, cinco rótulos diferentes de produtos de limpeza, inseticidas domésticos, produtos alimentícios e produtos de higiene pessoal. Analise as seguintes informações dos rótulos: composição química, modo de usar, cuidados de conservação e precauções, termos científicos utilizados como propaganda e cores/imagem. Busque na internet, em sites confiáveis, informações sobre as substâncias presentes na composição química e termos científicos encontrados na propaganda da embalagem. Em sua análise, inclua comentários se as informações de cada rótulo estão corretamente indicadas, apontando as inadequadas e as ausentes.



Elabore um questionário sobre a leitura de rótulos e aplique em sua comunidade local (escola, rua, bairro, comércio), para levantar o hábito das pessoas lerem os rótulos do produto e procure informar, aos entrevistados, sobre a importância dessa leitura.



Guia para elaboração de rótulo e bula de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira. Guia nº 12/2018. Anvisa, 2018.

Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4016300/GUIA++Elabora%C3%A7%C3%A3o+de)

[documents/10181/4016300/GUIA++Elabora%C3%A7%C3%A3o+de+R%C3%B3tulo+e+Bula+-+vers%C3%A3o+28-9-2017+DIARE.pdf/85a0fb5f-a18b-478c-b6ea-e6ae58d9202a?version=1.0](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4016300/GUIA++Elabora%C3%A7%C3%A3o+de+R%C3%B3tulo+e+Bula+-+vers%C3%A3o+28-9-2017+DIARE.pdf/85a0fb5f-a18b-478c-b6ea-e6ae58d9202a?version=1.0). Acesso em: 11 ago. 2020.

YAMASHITA, Maria Gabriela Nunes; SANTOS, João Eduardo Guarnetti. **Rótulos e bulas de agrotóxicos: parâmetros de legibilidade tipográfica.** In: PASCHOARELLI, Luís Carlos; MENEZES, Marizilda dos Santos. (orgs.) Design e ergonomia: aspectos tecnológicos [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 279 p. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/yjxnr/pdf/paschoarelli-9788579830013-10.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

Simulação sobre concentração. Disponível em: http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_quantidadecerta.htm. Acesso em: 25 ago. 2020.

CAPÍTULO 7

Você utiliza agrotóxicos em sua casa?

- Você utiliza produtos domissanitários em sua casa?
- Se os inseticidas domésticos, também conhecidos como **agrotóxicos domésticos**, são tão inofensivos e protegem nossa casa contra certas pragas, por que existem tantos casos de intoxicação relatados?



Inseticidas domésticos podem afetar o sistema neurológico de crianças

Sabe aquele inseticida spray ou elétrico que você acha que faz mal apenas para formigas, pernilongos e baratas? As substâncias contidas nesse produto, que paralisam o sistema nervoso dos insetos, podem causar danos à saúde, principalmente das crianças, alertam especialistas. Os riscos foram comprovados em um estudo, publicado este mês, na revista científica *Environment International*.

Os problemas estão relacionados à presença de uma substância tóxica da classe dos piretroides, extraída da flor do crisântemo. Além de nos inseticidas domésticos, essa está presente em agrotóxicos usados na agricultura e na jardinagem e em loções para matar piolhos. O tóxico pode ainda ser encontrado na poeira doméstica e em alimentos.

Integrantes do Instituto de Pesquisa em Saúde e Meio Ambiente de Rennes, na França, estudaram a influência da substância em 287 crianças de seis anos, acompanhadas desde a gestação. A conclusão foi que os piretroides se tornam neurotoxinas, afetando o sistema neurológico das crianças.

Os danos envolvem diminuição significativa do desempenho cognitivo, particularmente, da compreensão verbal e memória. “As consequências de um déficit cognitivo em crianças para aprendizagem e desenvolvimento social constituem desvantagem para o indivíduo e a sociedade”, diz Jean-François Viel, um dos responsáveis pelo estudo.

Pesquisadora da Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz, Paula de Novaes Sarcinelli considera preocupante o uso crescente de inseticidas domésticos.

O hábito das crianças de levar a mão à boca aumenta os riscos. “Tem que ter controle extremamente rigoroso. Alimentos precisam ser colhidos respeitando o tempo de degradação dessas substâncias. Se são lavados, reduzimos o risco,

mas não eliminamos”.

Os tóxicos são absorvidos pela pele, sistemas respiratório e digestivo e excretados em 48 horas pela urina. Os danos ao organismo estão relacionados à quantidade e ao tempo de exposição, explica a pesquisadora. [...]

ALVES, Letícia. Hoje em Dia, 29 jun. 2015. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/inseticidas-dom%C3%A9sticos-podem-afetar-sistema-neuro%C3%B3gico-de-crian%C3%A7as-1.312628>. Acesso em: 28 jul. 2020.

A matéria mostra a preocupação com produtos que utilizamos dentro de nossas casas e são fontes de intoxicação para crianças e adultos. Não são apenas os inseticidas domésticos, mas produtos para animais, jardinagem e até alguns medicamentos também possuem princípios ativos semelhantes aos dos agrotóxicos e se não utilizados corretamente podem trazer mais malefícios do que benefícios.

Produtos químicos não existem somente nos laboratórios industriais. Milhares desses são utilizados na vida cotidiana. O seu emprego adequado contribui para melhorar a qualidade de vida.

Existem pelo menos mais de 20 milhões de substâncias diferentes e, aproximadamente, 150 mil dessas fazem parte do nosso cotidiano. Xampus, sabonetes, brinquedos, roupas, produtos de limpeza, inseticidas domésticos são apenas alguns exemplos de formas de utilização dessas substâncias.

No entanto, a maioria dessas não passou por testes adequados para estudo do impacto no ambiente e na saúde humana. Alguns dos riscos associados à utilização de produtos químicos e substâncias são conhecidos e incluem doenças, como câncer, disfunções hormonais, alergias, problemas respiratórios etc⁹.

O perigo vem cercado de desinformação. Quando nós, consumidores, adquirimos produtos em supermercados e lojas, muitas vezes, sem saber, passamos a conviver com muitos riscos, em virtude da falta de clareza quanto aos perigos envolvidos no uso. Esses perigos vão desde alterações ambientais até ameaças a nossa saúde, tanto pelo uso quanto pelo descarte dos resíduos.

Um caso bem comum é o que ocorre com os inseticidas domésticos, produtos para controle de ervas daninhas, produtos veterinários, entre outros.



Figura 64 - Exemplos de produtos domésticos que podemos utilizar em nossas residências. Fonte: Adaptado de Wikipedia Commons, 2020.

A legislação brasileira diferencia os produtos

9. SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson (coord.). Química Cidadã: volume 2. São Paulo: Editora AJS, 2016.

de uso na agricultura dos utilizados em ambientes confinados. Os primeiros, segundo a **Lei nº 7.802, de 11/07/1989**, são classificados como agrotóxicos; os segundos são classificados, pela **Lei nº 6.360, de 23/09/1976**, como **saneantes domissanitários**, e definidos como: “substância ou preparação destinada à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos ou públicos”.

Os inseticidas são comercializados durante todo o ano, mas as maiores vendas se concentram nos meses mais quentes e úmidos, quando os insetos domésticos aparecem com mais frequência. Isso porque a combinação de calor e umidade eleva a atividade de mosquitos e baratas e torna seu ciclo de vida mais rápido. Principalmente, em virtude da Dengue, e mais recentemente do Zica vírus e da Chikungunya, o uso de repelentes e de inseticidas domésticos vem aumentando.

Junte-se a isso a falta de saneamento básico eficiente no Brasil, utilizando-se inseticidas para controle de vários outros vetores, como:

baratas, ratos, pulgas, formigas, moscas, traças etc. Além desses, há praguicidas utilizados para controle de carrapatos, pulgas, mosquitos, piolhos em animais domésticos.

Para se ver livres dessas “visitas indesejadas” em casa, muitas pessoas se munem de toda sorte de inseticidas, esquecendo que eles são tóxicos e que seu uso traz riscos à saúde. “Todo inseticida é um veneno que não faz mal só para o inseto, mas também para os humanos e os animais domésticos”.

Ainda, nos ambientes domésticos, é muito comum o uso de produtos na jardinagem amadora. Os produtos destinados a esse fim, que podem incluir organofosforados, carbamatos, piretrinas e piretroides, entre outros, são aqueles destinados à venda direta ao consumidor, com a finalidade de aplicação em jardins residenciais e plantas ornamentais cultivadas sem fins lucrativos, para o controle de pragas e doenças, bem como aqueles destinados à revitalização e ao embelezamento de plantas.

Na zona urbana e nas residências são utilizadas uma variedade enorme de praguicidas, todos com um certo grau de toxicidade e alguns possuem o mesmo princípio ativo que os chamados “agrotóxicos”, só que com a concentração bem menor.

Vejamos, no quadro 13, alguns exemplos de pesticidas domésticos, seus princípios ativos, pragas que controlam e exemplo de agrotóxico com o mesmo princípio ativo.

O problema aqui não está na utilização correta desses produtos, mas em como são manipulados, quais cuidados devemos tomar quando aplicamos os mesmos, como essas informações são repassadas para os consumidores e como as indústrias desses produtos utilizam informações para vender seus produtos.

Quadro 13 - Relação entre alguns inseticidas domésticos e agrícolas com o mesmo princípio ativo

Inseticida (nome comercial)	Princípio ativo (P. A.)	Grupo químico	Praga que controla	Agrotóxico com o mesmo P. A.
Coleira antipulgas ourofino leevre branca, para cachorro	Detrametrina 4% Propaxur 12%	Piretróides Metilcarbamato de fenila	Mosquito-palha, carrapatos e pulgas	Decis Ultra (Bayer)
Antipulgas e carrapatos Frontline Spot para gatos (uso tópico)	Fipronil 10%	Pirazol	Pulgas, carrapatos e piolhos mastigáveis	Fipronil (Nortox)
SBP multi inseticida aerossol	Imiprotrina 0,020% Cipermetrina 0,050% Transflutrina 0,020%	Piretroide Piretroide Piretroide	Moscas, mosquitos, baratas e contra o mosquito da dengue	Gemini (FMC)
Mortein Pro isca baratas	Indoxacarb 0,25%	oxadiazina	Baratas	Avatar (FMC)
Resolva inseticida hidrossolúvel	Lambda Cialotrina 10%	Piretroide	Lagarta, percevejo, broca, bicudo	Lambda Cialotrina CCAB 50 EC

Fonte: Os autores, 2020.



1) Mas, qual o problema em se usar os inseticidas domésticos se esses são aprovados pela Anvisa e se respeitam a concentração dos princípios ativos?

2) Você lê os rótulos desses produtos?

3) Conhece os cuidados que devemos ter em sua utilização?

Figura 65 - Rótulo do inseticida elétrico Raid. Fonte: Os autores, 2020.



Observe o rótulo do produto ao lado:

O rótulo traz **“Cuidado! Perigoso!”**. E com letras minúsculas traz as seguintes informações:

Percebe-se no dia a dia de muitas pessoas que esses cuidados não são seguidos. O problema é que esses produtos possuem, em sua composição, compostos químicos que causam malefícios para nossa saúde e a saúde dos animais.



Figura 66 - Informações sobre modo de uso de um inseticida doméstico. Fonte: Os autores, 2020.

- Posicione o aparelho na direção da corrente de ar, permitindo que o fluxo de ar cubra sua área de dormir;
- Certifique-se de que o aparelho não esteja atrás de nenhum móvel, nem posicionado acima da altura da cama e no mínimo a 2 metros de distância da cabeceira;
- Conecte o aparelho à tomada 30 minutos antes de dormir.

E não são apenas os inseticidas domésticos, produtos para os animais também podem causar problemas se não forem tomados os cuidados corretos.

As dedetizações realizadas em casas, condomínios e estabelecimentos comerciais, bem como os inseticidas utilizados diariamente em nossas casas, contribuem para as estatísticas de intoxicação envolvendo compostos presentes nas formulações desses produtos.

Entre os anos de 2007 e 2017 foram reportados e registrados no Centro de Informação e Assistência Toxicológica (SINITOX), mais de 26.000 casos de intoxicação por agrotóxicos de uso doméstico.

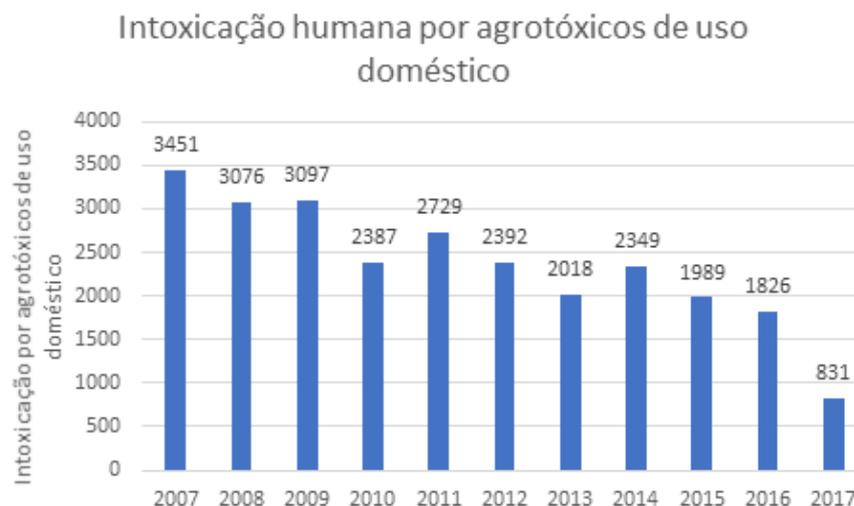


Gráfico 2 - Intoxicação por agrotóxicos domésticos entre 2007 e 2017. Fonte: Sinitox, 2020.

Esses dados refletem que esses produtos não são inofensivos e não contribuem apenas para o bem-estar e a saúde da população. Se não forem utilizados corretamente podem causar intoxicações agudas e crônicas.

O Sinitox ainda aponta a relação entre a faixa etária e a intoxicação por agrotóxicos. As crianças com idade até quatro anos são as maiores vítimas de envenenamento por agrotóxicos de uso doméstico (46,9%). Já os adultos jovens, na faixa de 20 a 29 anos, são os mais acometidos pelas intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola (18%). Esses dados são referentes apenas ao ano de 2017.

É mais preocupante ainda o fato de que os números de tais estatísticas não refletem a realidade, segundo o próprio Sinitox, pois se acredita que boa parte dos casos de intoxicação não tem a devida destinação e não são reportados aos órgãos responsáveis.

Alguns efeitos causados pela utilização incorreta desses produtos são reações alérgicas, como dermatites, asma, rinite, parestesias (sensações de queima, picada, coceira, formigamento, dormência), dor de cabeça, fadiga, salivação, náusea e vômito, tremor, diarreia, irritabilidade e desmaios, até quadros mais severos de intoxicação com convulsões. Crianças, idosos e pessoas alérgicas ou com problemas respiratórios são especialmente sensíveis aos inseticidas, mas mesmo que a pessoa não sinta nada ao entrar em contato com o veneno, não significa que esse seja inofensivo. “É mais ou menos como a exposição ao Sol: os raios solares queimam a pele de todo mundo, mas algumas pessoas têm mais sensibilidade que outras”. Quem não é alérgico ao princípio ativo dos inseticidas pode não ter nenhuma reação adversa imediata, mas ele não deixa de ser tóxico para o organismo, que precisa metabolizar essa substância”.

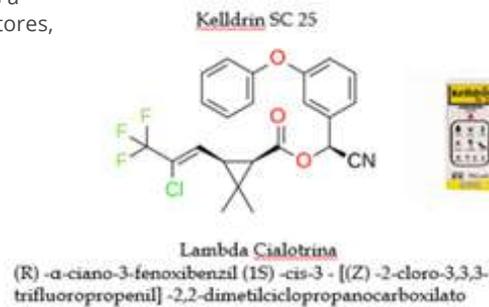
Os problemas, porém, vão muito além, pois o consumidor, na maioria das vezes, desconhece as propriedades tóxicas dos componentes dessas formulações (princípio ativo, solvente, propelentes e sinergistas). A falta de preocupação e o desconhecimento da toxicidade dos produtos utilizados, por parte de diferentes segmentos sociais, é um dos motivos do alto número de intoxicações por estes produtos, assim como a facilidade de acesso e o grande número de produtos formulados com essas substâncias.

O principal grupo químico utilizado como inseticida no ambiente doméstico é o piretroide sintético, amplamente utilizado também para o controle de agentes patogênicos, tanto na produção agrícola como na proteção da saúde humana. Porém, apesar de suas inúmeras vantagens em relação aos demais, pode causar intoxicações em indivíduos expostos as suas diversas apresentações (espirais, sprays ou vaporizadores). Os inseticidas piretroides são absorvidos pela pele, por inalação e pelo trato gastrointestinal.

Alguns produtos com princípio ativo à base de piretroides são mostrados a seguir.



Figura 67 - Inseticidas domésticos à base de piretroides. Fonte: Os autores, 2020.



1) Você utiliza ou já utilizou alguns desses produtos ou outro semelhante em sua casa?

2) Quais os cuidados você toma ao utilizá-los?

3) Esses cuidados estão de acordo com o descrito nos rótulos?

4) É fácil ler os rótulos destes produtos?

5) O que você acha que poderia ser feito para reduzir o número de intoxicações por esses produtos?

Segundo pesquisa de Diel, Facchini e Dall'Agnol¹⁰ (2003), o uso de inseticidas domésticos se tornou tão comum nos domicílios urbanos que a proteção mecânica, como, por exemplo, telas em aberturas e mosquiteiros ficaram esquecidas.

Os produtos são facilmente encontrados nas grandes redes de supermercado e também nos pequenos varejos e mercearias de bairro. Nos supermercados, encontramos uma variedade de produtos e marcas de inseticidas líquidos, em pó, em pasta e até elétricos, com uma grande diversidade de princípios ativos, o que acarreta possíveis riscos à saúde das pessoas. O consumidor, às vezes, por falta de conhecimento, é atraído pela mídia, que oferece esses produtos como se fossem inofensivos, não alertando em suas propagandas a maneira correta de utilizar e os riscos que o produto pode gerar, e que vem em letras minúsculas nos rótulos.

10. DIEI, Cristiane; FACCHINI, Luiz Augusto; DALL'AGNOL, Marinel Mór. Inseticidas domésticos: padrão de uso segundo a renda per capita. Revista de Saúde Pública, v. 37, n. 1, p. 83-90, 2003.



Figura 68 - Propaganda de inseticidas domésticos no site das empresas. Fonte: sbpprotege.com.br e baygon.com.br.

Em algumas propagandas se recorre ao sentido socialmente valorizado de cientificidade, pelo uso de ícones que associam o produto à excelência técnica através de informação de que o produto é **“avaliado por toxicologistas”** e **“comprovado por testes laboratoriais”** atribuindo superioridade e confiabilidade ao produto. Muitas peças publicitárias apelam para imagens de cientistas e para o uso de gráficos e tabelas como ícones de cientificidade.

As propagandas também recorrem a **“símbolos de modernidade e cientificidade”**, apelo à identificação com avanços tecnológicos: **spray** e **dispositivos de liberação automática do produto**, considerando a utilização de vassoura como método obsoleto e primitivo no combate aos insetos.

Outro fator muito importante e que, frequentemente, aparece nas propagandas é a **“ocultação e minimização dos riscos”**. Imagens de crianças brincando, brinquedos, alimentos, flores e afirmações de que o produto não prejudica o meio ambiente, entre outros, reforçam a ideia de inocuidade dos inseticidas anunciados.

Afirmações de que o produto atua somente contra os insetos, de que é feito utilizando a água como solvente, de que não tem cheiro e outras estratégias, como o uso de aromatizantes, são utilizadas para induzir o consumidor a pensar que o produto é inofensivo.

Também ocorre a omissão de advertência acerca do potencial tóxico do produto (ausente nas peças publicitárias e presente na rotulagem).

Observe, na figura 69, alguns produtos de uso doméstico com a indicação de **“CUIDADO, PERIGOSO!”** no rótulo, mas que muitas vezes não aparecem nas propagandas.



Figura 69 - Produtos domissanitários com a indicação de Cuidado, Perigoso! Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons, 2020.

7.1 Como ocorre o envenenamento por inseticida

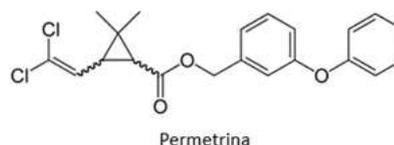
O envenenamento ocorre quando o produto nocivo é engolido ou inalado pela pessoa. O simples contato com a pele também pode causar reações adversas.

De acordo com a Fundação Oswaldo Cruz (**Fiocruz**), diferentes fatores determinam o **grau de perigo**:

- **tempo:** quanto mais longa a exposição aos químicos, maiores as chances de danos à saúde;
- **concentração do agente:** quanto mais forte a substância, mais danosa essa será;
- **toxicidade:** alguns produtos são mais tóxicos que outros;
- **susceptibilidade individual:** a sensibilidade de cada sujeito aos componentes da fórmula pode variar, crianças, pessoas com alergia respiratória, asma ou bronquite são mais sensíveis a estes produtos.



Alguns princípios ativos dos inseticidas domésticos também estão presentes em medicamentos para uso em humanos. Por exemplo, medicamentos para o combate de piolhos e lêndeas à base de permetrina.



O problema maior acontece porque **alguns inseticidas são inodoros**. Como os consumidores não sentem cheiro ruim durante a aplicação, acabam exagerando na dose.

Desse modo, em vez de afastar **aranhas e baratas**, abrem espaço para diversas complicações. Outro problema ocorre quando os inseticidas domésticos são odorizados, com óleo de eucalipto ou de citronela, por exemplo. O cheiro agradável pode induzir a pessoa a utilizar uma dose maior que a recomendada.

De modo geral, o controle de pragas utilizando venenos tira o foco de outras ações que são importantes para ações de prevenção desses e outras doenças. Políticas de saneamento básico, redes de coleta e tratamento de esgoto sanitário e coleta seletiva e tratamento final de resíduos são estratégicos para o controle de vetores e reservatórios animais.

Devemos evitar utilizar produtos químicos no pelo do animal ou coleiras impregnadas com inseticidas em cães e gatos que convivem com outros animais ou crianças, pois a lambertura ou ingestão dessas substâncias podem causar intoxicações.

É importante lembrar que os animais domésticos, como cães e gatos, também podem sofrer intoxicações por produtos químicos. Sejam esses acidentais ou intencionais, ocorrem principalmente no ambiente doméstico e envolvem diferentes agentes tóxicos, tais como: agrotóxicos de uso agrícola, agrotóxicos de uso doméstico, raticidas ou medicamentos.

Uma das principais causas de intoxicação pode ser considerada a desinformação da população quanto ao uso adequado dessas substâncias no ambiente doméstico, muitas vezes, administradas ou utilizadas sem orientação ou acompanhamento de profissional qualificado, aumentando o risco de intoxicações.

Durante a aplicação dos inseticidas, devemos retirar os animais domésticos do local, a fim de que não se contaminem. Devemos tomar um cuidado redobrado com produtos que passamos no chão ou em paredes, na altura dos animais, pois se os mesmos lamberem estes locais, antes de serem limpos, poderão ser contaminados.

A intoxicação também pode ocorrer através da exposição a alguns produtos, como herbicidas ou inseticidas mais fortes, sem que a pessoa utilize os EPI necessários. Quem já viu alguém borrifando veneno no mato do quintal, nas hortas, ou mesmo realizando uma dedetização sem utilizar nenhum equipamento?

Essas substâncias são mais fortes e mais tóxicas do que os inseticidas comuns que utilizamos dentro de casa, em nosso dia a dia. Sem os EPI aumenta e muito o risco da pessoa se intoxicar por esses produtos.

7.2 Cuidados a serem tomados com os pesticidas domésticos

Para minimizar os riscos é importante tomar muito cuidado ao usar esses venenos dentro de casa. O principal deles é não exagerar na dose, o que nem sempre é respeitado pelos consumidores. O problema é que as pessoas usam inseticidas em demasia, principalmente, os que não têm cheiro, pois não conseguem controlar a quantidade que aplicam. Os produtos sem cheiro dão falsa ideia de que são inofensivos, mas na verdade a composição química é a mesma que a dos que têm odor forte. A diferença é que os sem cheiro usam água e não querosene como solvente, mas são igualmente tóxicos.

Cuidados que devemos ter com todos os inseticidas:

- não devem ser aplicados na cozinha, pois podem contaminar alimentos, pratos, talheres e copos;
- também não devem ser pulverizados sobre aquários ou gaiolas, já que são altamente tóxicos para alguns animais como peixes e aves.
- devem ser armazenados longe do alcance de crianças e animais domésticos;
- as embalagens nunca devem ser perfuradas e reutilizadas.

A figura 70 apresenta os cuidados que devemos ter com cada inseticida.

Cada inseticida, um cuidado

Aerossol	Elétrico (pastilha, líquido ou difusor)	Automático	Isclas
			
<ul style="list-style-type: none"> • Só deve ser pulverizado em ambientes vazios (sem pessoas e animais de estimação). • As pessoas só devem voltar ao local depois de 20 minutos (ou o tempo recomendado pelo fabricante). Antes, o ambiente deve ser ventilado. • Durante a aplicação é preciso proteger os olhos, evitar o contato do produto com a pele e não fumar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Normalmente utilizado nos quartos, deve ser conectado a uma tomada distante da cabeceira da cama, para evitar que o princípio ativo seja inalado. • Como o produto tem função repelente, é importante deixar a porta ou a janela aberta para os insetos saírem. • Esse tipo de repelente pode ser perigoso em casa com crianças, já que em geral as tomadas são baixas e podem ser alcançadas pelos pequenos. 	<ul style="list-style-type: none"> • É muito perigoso, pois a pulverização constante (o produto é expelido automaticamente a cada 10 minutos) inviabiliza que a pessoa se afaste do ambiente para evitar contato com o veneno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usadas para matar ou aprisionar baratas, devem ser colocadas em locais fora do alcance de crianças e animais domésticos.

Figura 70 - Cuidados necessários dependendo do tipo de inseticida. Fonte: Revista do Idec, 2011.

A dificuldade para ler o rótulo dos inseticidas, impresso em letras bem miúdas, aumenta o risco de o produto ser utilizado de forma incorreta. Infelizmente, é preciso que o consumidor se esforce para conhecer as recomendações de uso, que incluem informações importantíssimas, como o tempo em que o ambiente

deve permanecer desocupado após o produto ser pulverizado, por exemplo. Outra falha é que nem sempre o rótulo indica a quantidade aproximada de inseticida a ser aplicada. Nesse caso, é recomendável que o consumidor entre em contato com a central de atendimento do fabricante para questioná-lo. Para evitar o uso de inseticidas, seguem algumas medidas que podemos adotar para dificultar que moscas, mosquitos e baratas invadam a nossa casa:

- mantenha a **residência sempre limpa**;
- **use telas** nas janelas e portas;
- para se proteger de picadas durante a noite, use **mosquiteiros sobre as camas** e, principalmente, **sobre os berços de bebês**;
- **tampe todos os ralos da casa**, principal porta de entrada de baratas;
- **elimine os focos do mosquito da dengue**: vede caixas de água, coloque areia nos pratinhos dos vados de plantas, guarde latas e garrafas com a boca voltada para baixo, para não reterem água etc.

Caso haja uma intoxicação por qualquer pesticida ou em casos emergenciais, a primeira opção é ligarmos para o SAMU (192). No entanto, muitos não sabem que existe um departamento específico para auxílios que englobam intoxicações: o Disque-Intoxicação (0800-722-6001), canal de comunicação criado em 2005 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Há ainda uma terceira possibilidade, que é ligar para o atendimento de emergência do fabricante do produto, cujo telefone deve ser encontrado nos rótulos e embalagens em questão.

O serviço do Disque-Intoxicação é público e gratuito. Qualquer pessoa pode tirar dúvidas relacionadas ao assunto, não somente em casos emergenciais (pessoas com alergias podem pedir orientações sobre o uso de determinados produtos, por exemplo).

Por determinação da Anvisa, o número é informado em rótulos e bulas de produtos regulados pela agência e em avisos indicativos em hospitais, laboratórios e clínicas.

Os rótulos e bulas dos produtos contêm informações importantes e devem ser mantidos à mão. Nesses estão, além do telefone para emergências e obtenção de informações adicionais, orientações sobre uso correto, precauções e composição química.

Figura 71 - Telefone de emergência e antídoto contido nos rótulos dos pesticidas. Fonte: Os autores, 2020.

INDICAÇÕES PARA USO MÉDICO:

Grupo Químico: Piretrinas e Piretróides
Nome Comum: Piretrina
Antídoto: Anti-histamínicos e tratamento sintomático
Telefone de Emergência: 0800-7010450 (Planitox)





Leia a história em quadrinhos da Turma da Mônica:



Fonte: Revista Turma da Mônica, 2002.

Leia também o texto sobre intoxicação por inseticidas em animais, disponível em: <http://petcare.com.br/intoxicacao-por-inseticidas-em-animais/>. Acesso em: 12 de ago. de 2020.

Finalizada a leitura dos dois textos, responda:

- a. O que mais chamou sua atenção durante as leituras?
- b. Em sua opinião, somente animais estão vulneráveis à intoxicação por inseticidas?
- c. Em sua casa, onde ficam guardados os inseticidas?
- d. Você sabia da importância de levar o recipiente do inseticida ao hospital veterinário para um animal ser atendido em caso de ingestão?



1- Sintetize os principais cuidados que devem ser tomados no manuseio de produtos químicos.

2- Em sua casa, investigue os produtos químicos que possuem algum grau de toxidez, lendo os rótulos e anotando as informações no caderno, em um quadro como o representado abaixo.

Produto	Local armazenado em casa	Ingredientes ativos	Instruções sobre cuidados com o produto	Efeitos que o produto pode causar	Classificação quanto à toxidez (irritante, corrosivo, inflamável etc.)

3- Em caso de intoxicação por produtos químicos, quais procedimentos devem ser adotados? Pesquise, em sua cidade, os números de telefone de centro de informação toxicológica e do pronto-socorro que atenda esse tipo de emergência.

4- Analise como estão armazenados os produtos de limpeza em sua casa e identifique se tem alguma irregularidade. Providencie para que essa seja sanada. Leia os rótulos dos produtos utilizados e verifique se estão sendo adequadamente usados em sua residência.



Faça uma pesquisa em seu bairro ou com seus familiares e amigos sobre quais inseticidas domésticos eles usam e quais os cuidados que eles tomam ao utilizar estes produtos. Procure saber também se eles leem os rótulos e seguem as instruções. Alguns dos entrevistados já sentiram algum mal estar ao fazerem uso destes produtos?

Após a pesquisa, que tal montarem painel com fotos de vários praguicidas domésticos e os cuidados que devemos ter na utilização de cada um.

Você também pode convidar um veterinário para conversar com a turma sobre os cuidados que devemos ter com os produtos veterinários. Seria ótimo!



Extrato de Crisântemo com álcool¹¹: produção de inseticida a base de crisântemo.

Materiais necessários

- etanol comercial
- flores de crisântemo
- balança
- almofariz e pistilo
- béquer de 500 mL
- balão volumétrico
- bastão de vidro

Procedimento: Retira-se todas as pétalas das flores de crisântemo e, com o auxílio de uma balança, pesa-se 100g destas pétalas. As pétalas, previamente pesadas, devem ser amassadas e de imediato ficarão com uma coloração marrom em função do fato de estas entrarem muito rápido em processo de oxidação. Adiciona-se 500 mL de etanol, e a mistura heterogênea deve ser transferida para um balão volumétrico de fundo chato. O sistema deve ser armazenado durante um prazo de sete dias, para que o álcool extraia toda a piretrina contida nas pétalas. Após o tempo estabelecido, filtra-se a mistura e se transfere a solução para um borrifador. Guarde em lugar escuro, para evitar a decomposição do princípio ativo.

a) Quais os métodos de separação foram utilizados nessa experiência?

b) Por que a mistura inicial é uma mistura heterogênea?

c) Qual a classificação científica dessa flor?

d) Os princípios ativos extraído das flores do crisântemo são as piretrinas. Essas flores contêm as piretrinas I e as piretrinas II. Pesquise a fórmula estrutural e molecular de cada uma dessas. Quais as funções orgânicas estão presentes nelas?

e) Por que essas substâncias são um bom inseticida caseiro?

11. GUIATI, Bárbara Guerra de Souza; GONÇALVES, Matheus Xavier; REED, Elaine. Inseticidas domésticos – composição química, riscos e precauções na sua manipulação. Revista Estudos, Goiânia, v. 14, n. 1, jan.-mar. 2014.



CASTRO, Jane Silva Maia; ROZEMBERG, Brani. **Propaganda de inseticidas:** estratégias para minimização e ocultamento dos riscos no ambiente doméstico. Revista Saúde Social. São Paulo, v. 24, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sausoc/v24n1/0104-1290-sausoc-24-1-0308.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Pesquisa da Fiocruz mostra que os inseticidas domésticos estão perdendo a eficiência. (Notícia – vídeo 3:50 min). Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/jornal-da-eptv/videos/t/edicoes/v/pesquisa-da-fiocruz-mostra-que-os-inseticidas-domesticos-estao-perdendo-a-eficiencia/7648949/>. Acesso em: 25 ago. 2020.

CAPÍTULO 8

Cuidados com a manipulação dos agrotóxicos

- Você sabe quais os cuidados devemos ter quando manipulamos agrotóxicos ou outros produtos químicos?
- E o que é EPI? Para que eles servem?

Os agrotóxicos podem causar intoxicações nas pessoas que os utilizam, por isso as pessoas devem utilizar os **Equipamentos de Proteção Individual** – EPI. Estes existem para reduzir a exposição do trabalhador aos produtos químicos e assim aumentar a segurança durante o manuseio.

Além dos EPI, devemos cuidar também do descarte das embalagens. Como estão contaminados com produtos tóxicos, existe um procedimento correto para seu descarte, de modo a evitar contaminações dos aplicadores e do meio ambiente.

Nas residências também devemos tomar cuidado ao manusear produtos químicos, principalmente, como os inseticidas. Mesmo sendo produtos de uso doméstico, muito são tóxicos e necessitam de atenção e cuidado durante sua aplicação.



Figura 72 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Fonte: Saúde e Vida. Disponível em: <https://www.saudeevida.com.br/importancia-do-uso-de-epi/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

8.1 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Todas as atividades profissionais que possam imprimir algum tipo de risco físico para o trabalhador devem ser cumpridas com o auxílio de **EPI – Equipamentos de Proteção Individual**, que incluem óculos, protetores auriculares, máscaras, mangotes, capacetes, luvas, botas, cintos de segurança, protetor solar e outros itens de proteção. Esses acessórios são indispensáveis em fábricas, processos industriais em geral, laboratórios, hospitais, construções, na agricultura, entre várias outras profissões.

O EPI é importante para proteger os profissionais individualmente, reduzindo

qualquer tipo de ameaça ou risco para o trabalhador. A legislação brasileira, Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977, sessão IV, artigo 166, estabelece que:

- a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, equipamento de proteção individual adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes e danos à saúde dos empregados.

A Portaria nº 25, de 15 de outubro de 2001, apresenta em sua Norma Regulamentadora NR-6, que EPI – Equipamento de Proteção Individual é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.



Figura 73 - EPI utilizado na aplicação de agrotóxicos, construção civil e laboratório escolar de química. Fonte: Adaptado de Google imagens, 2020.

Muitos agrotóxicos apresentam riscos que podem ser reduzidos, ou mesmo eliminados com a adoção de EPI. É importante que se observe o hábito de usá-los não apenas durante a aplicação, mas sempre que tiver algum contato com o agrotóxico, tanto de uso agrícola (fitossanitários) como os domissanitários (uso urbano e doméstico).

Os EPI são ferramentas indispensáveis para o trabalhador rural, pois o ajudam a evitar o contato com elementos tóxicos, como fumaças e partículas suspensas de defensivos e outros produtos. Essa intoxicação pode ocorrer por diversas vias:



Figura 74 - Vias de exposição aos defensivos agrícolas. Fonte: ANDEF, 2006.

- **Oral:** contato do agrotóxico com a boca do operador;
- **Ocular:** contato com os olhos;
- **Nasal:** pela aspiração do produto pelas vias respiratórias;
- **Dérmica:** contato do químico com a pele.

Assim, o EPI não é recomendado somente para o profissional que trabalha no plantio, na colheita ou na pulverização: aqueles que atuam com o armazenamento e o transporte desses fitossanitários também precisam se proteger.

Os principais equipamentos de proteção individual utilizados no manuseio de agrotóxicos são:

- **Luvas:** protege as partes do corpo com maior probabilidade de exposição. O tipo de luva e a utilização devem ser de acordo com a formulação do produto;
- **Respiratórios:** também chamados de máscaras, têm a função de evitar a absorção dos vapores e partículas tóxicas, através dos pulmões. Basicamente existem dois tipos de respiradores: os descartáveis e os que possuem filtros especiais para reposição;
- **Viseira facial:** feito de material transparente, tem função de proteger os olhos e o rosto dos respingos, seja no preparo da calda ou na pulverização;
- **Jaleco e calça:** protege o tronco e membros e é confeccionado de tecido hidrorrepelente, isto é, protege o corpo contra respingos dos produtos, sem impedir a troca gasosa causada pela transpiração;
- **Boné árabe:** protege o couro cabeludo, sendo confeccionado de tecido hidrorrepelente;
- **Botas:** sua função é proteger os pés e devem ser preferencialmente de cano alto e de material impermeável;
- **Avental:** é utilizado na parte frontal do jaleco durante o preparo da calda e na parte costal durante as aplicações com equipamento costal. Produzido com material impermeável, evita contaminações através de respingos do produto concentrado ou derramamento do equipamento do aplicador.

Para cada classe de agrotóxico existe uma recomendação quanto aos EPI que devem ser utilizados:

- **Classe I:** ao aplicar o agrotóxico, o aplicador deverá usar macacão com mangas compridas, capa ou avental impermeável, luvas impermeáveis, chapéu impermeável e de abas largas, botas, óculos protetores e máscaras

protetoras especiais, providas de filtros adequados a cada tipo de produto.

- **Classe II:** ao aplicar o agrotóxico, o aplicador deverá usar macacão com mangas compridas, avental e chapéu impermeável com mangas largas, botas, máscaras protetoras especiais, providas de filtros adequados a cada tipo de produto.
- **Classe III:** ao aplicar o agrotóxico o aplicador deverá usar macacão com mangas compridas, chapéu impermeável de abas largas e botas.
- **Classe IV:** ao aplicar o agrotóxico, o aplicador deverá usar macacão com mangas compridas, botas e chapéu.

Essas recomendações são obrigatórias na bula de cada agrotóxico.

O rótulo/bula dos agrotóxicos traz vários pictogramas com diferentes significados. Alguns desses pictogramas aparecem em embalagens de outros produtos. Os pictogramas são símbolos gráficos, intencionalmente aceitos, que possuem uma



Figura 75 - Bula do Imazaquim
Fonte: Os autores, 2020.

PRECAUÇÕES GERAIS:

- Produto para uso exclusivamente agrícola.
- Não coma, não beba e não fume durante o manuseio ou aplicação do produto.
- Não manueie ou aplique o produto sem os equipamentos de proteção individual (EPI) recomendados.
- Os equipamento de proteção individual (EPI) recomendados devem ser vestidos na seguinte ordem: macacão, botas, avental, máscara, óculos, touca árabe e luvas de nitrila.
- Não utilize equipamentos de proteção individual (EPI) danificados.
- Não utilize equipamentos com vazamentos ou defeitos.
- Não desentupa bicos, orifícios e válvulas com a boca.
- Não transporte o produto juntamente com alimentos, medicamentos, rações, animais e pessoas.

comunicação visual, podendo ser entendidos por qualquer pessoa, mesmo que não saiba ler. Esses pictogramas visam dar informações para proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente.

Observe a figura 76 (p. 118) com alguns pictogramas e seus significados.

Os pictogramas também estão presentes nos rótulos dos produtos e trazem informações sobre os EPI que devem ser utilizados. Os agrotóxicos domissanitários, ou seja, os utilizados na zona urbana, também necessitam dos mesmos cuidados dispensados na utilização dos fitossanitários. Quando o profissional vai dedetizar uma casa ou jogar “veneno” para controlar o mato em um terreno baldio, ou mesmo

no quintal de nossa casa, ele também deve utilizar o EPI, mas isso raramente acontece.



Figura 76 - Pictogramas informativos. Fonte: ANDEF, 2006.

Tanto o empregado quanto o empregador possuem responsabilidades quanto aos EPI.



Figura 77 - Agricultor aplicando agrotóxico com EPI completo. Fonte: Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/basf-conscientiza-agricultores-sobre-a-importancia-do-uso-de-epis/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Figura 78 - Aplicação de inseticida em um presídio do Piauí, sem a utilização de EPI. Fonte: Jornal Visão Piauí, 2017.



Figura 79 - Agricultor aplicando agrotóxico sem EPI. Fonte: Fiocruz Pernambuco, 2008.

Responsabilidade do Empregador	Responsabilidade do Empregado:
<ul style="list-style-type: none"> • fornecer EPI adequados ao trabalho; 	<ul style="list-style-type: none"> • usar os EPI;
<ul style="list-style-type: none"> • instruir e treinar quanto ao uso dos EPI; 	<ul style="list-style-type: none"> • informar a necessidade de substituição dos EPI por desgaste e/ou por defeito apresentado.
<ul style="list-style-type: none"> • fiscalizar e exigir o uso de EPI; 	
<ul style="list-style-type: none"> • fornecer EPI descontaminados a cada nova aplicação; 	
<ul style="list-style-type: none"> • repor EPI danificados. 	

A prevenção de acidentes não depende apenas de boas condições materiais do produto, mas, principalmente, de quem o manuseia. Para a utilização de todos os agrotóxicos devem ser tomadas as seguintes precauções:

- ler e seguir as instruções da bula (essas instruções não vêm no rótulo dos produtos e sim na bula);
- evitar comer, beber ou fumar durante o manuseio ou aplicação do produto;
- manter os produtos afastados de alimentos ou de ração animal;
- não contaminar lagos, fontes, rios e demais coleções de água, lavando as embalagens ou aparelhagem aplicadora, bem como lançando seus restos nesses ambientes;
- manter a embalagem original sempre fechada e em lugar seco e ventilado;
- manter afastado das áreas de aplicação, crianças, animais domésticos, e pessoas desprotegidas por um período de sete dias (verificar a bula de cada produto) após aplicação do produto;
- não utilizar equipamentos com vazamentos;
- não desentupir bico, orifícios, válvulas, tubulações etc., com a boca;
- após a utilização do produto, remover as roupas protetoras e tomar banho;
- procurar assistência médica em qualquer caso de suspeita de intoxicação;
- aplicar somente as doses recomendadas;
- não distribuir o produto com as mãos desprotegidas;
- usar luvas impermeáveis;

- manter as embalagens longe do fogo.

No entanto, os EPI não protegem o trabalhador somente contra produtos químicos. Esses equipamentos também podem reduzir as chances do trabalhador se cortar ou sofrer perfurações. Afinal, ele manuseia ferramentas manuais cortantes, além de máquinas e implementos agrícolas, e está propenso a sofrer acidentes de trabalho.

Vale lembrar de outros riscos que o trabalhador rural está exposto que justificam os EPI:

- animais peçonhentos;
- agentes parasitários;
- exposição a radiações solares e outras intempéries por longos períodos;
- ruídos e vibração de tratores e outras máquinas agrícolas;
- partículas de grãos armazenados, pólen, ácaros, dejetos, células de fungos e bactérias — elementos infecciosos e que podem desencadear processos alérgicos.

Assim, o EPI vai garantir a integridade física e a saúde do trabalhador em suas tarefas diárias. O uso do EPI rural não substitui as boas práticas de segurança no campo, sobretudo, no manuseio de defensivo.

Além disso, não basta usar: é necessário seguir as recomendações dos fornecedores e de especialistas. Trata-se de uma prática que exige treinamento e constante reciclagem de empregados e empregadores.



1- Que outras profissões necessitam da utilização de EPI? Quais equipamentos essas profissões precisam utilizar no seu dia a dia?

2- Você precisa realizar uma dedetização em sua residência e para isso contrata um profissional da área. Quando o profissional chega a sua residência para realizar o serviço, você verifica que ele não está utilizando nenhum equipamento de segurança. Qual a sua atitude perante essa situação?

3- Qual a importância da Tecnologia na confecção desses equipamentos de segurança?



Equipamentos de Proteção Individual: Ache 14 equipamentos de proteção individual no caça-palavras. As palavras deste caça-palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, com palavras ao contrário.

M N E O C E L A J A E W O L R G H O I I O H
 N L U M H O R A T H B T T I I O V L E D V E
 H O D T Á I B E I R O A O E N I T N E I I I
 H F O E E S E O S U T O S N O C N O C N T B
 T E A N E K C O C H A D E O I M A N A D E O
 I D R K N T R A L O S R O T E T O R P F L W
 R E H R E W Á A R I R G E C A S R E A E F L
 P U I L A R L D F A T A T A A M F S C P E T
 H A Ç N A R U G E S E D O T N I C R E E R K
 I E A B D L V A O T N T L A E S H O T H E A
 E E E H S E N L M E H I E I D E C D E D T V
 A F D H N A U K O A V E I T S R I C I H E E
 O A O H L C L P L E R O D A R I P S E R L N
 A U K E Ó P E D Y P S H V N O O A I N M O T
 L A R I E S I V A E U U H K A H I M L T C A
 N O E E T T O M Y T L H T S H E H Y R S T L

8.1.1 Cuidados com os EPI

Para que os EPI possam proteger o indivíduo da maneira mais eficiente possível, alguns passos devem ser seguidos, tanto ao colocar quanto ao retirar os EPI.

COMO VESTIR O EPI

Para assegurar a proteção adequada, existe uma sequência correta para vestir o EPI. Os equipamentos devem ser vestidos sobre a roupa comum da pessoa.

1. Calça
2. Camisa conjugada com o boné – que deve ficar sobre a calça.
3. Botas – devem ser de cano alto e a calça deve ser usada por cima da bota, a fim de impedir a entrada dos defensivos agrícolas por escorrimento.
4. Avental – deve ser usado na parte frontal do corpo durante o preparo da calda e nas costas durante as aplicações com pulverizador costal. O objetivo

é evitar que respingos do produto concentrado e derramamentos do equipamento aplicador possam atingir o trabalhador.

5. Máscara

6. Viseira

7. Luvas – devem ser usadas por dentro das mangas da camisa, quando for executada aplicação em alvos baixos, e por fora das mangas da camisa, em aplicações em alvos altos. O objetivo é evitar que o defensivo agrícola escorra para dentro das luvas.

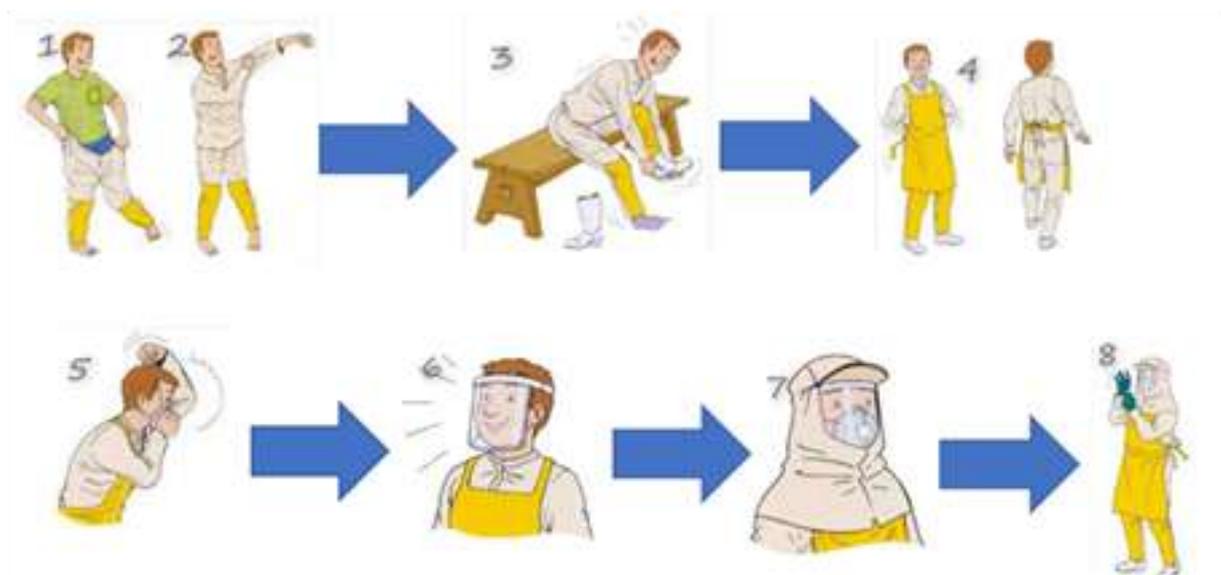


Figura 80 - Sequência correta de vestimenta dos EPI. Fonte: Manual de orientações de uso dos equipamentos de proteção individual – EPI (UFVJM), 2019.

COMO RETIRAR OS EPI

Assim como existe uma sequência correta para a colocação dos EPI, pelos aplicadores de agrotóxicos, também existe uma sequência correta de retirá-los. Após a aplicação, normalmente, a superfície externa do EPI está contaminada pelos respingos do produto na hora da aplicação. Portanto, na retirada do EPI, é importante evitar o contato das áreas mais atingidas com o corpo do usuário.

Antes de começar a retirar o EPI, recomenda-se que o aplicador lave as luvas vestidas. Isto ajudará a reduzir os riscos de exposição acidental. Veja o exemplo de uma rotina correta para a retirada dos EPI:

1. Lavar as luvas vestidas;
2. Boné árabe: deve-se desprender o velcro e retirá-lo com cuidado.
3. Viseira facial/ óculos: deve-se desprender o velcro e colocá-la em um local de forma a evitar arranhões.

4. Avetal: deve ser retirado desatando-se o laço e puxando-se o velcro em seguida.
5. Jaleco: deve-se desamarrar o cordão. Em seguida, curvar o tronco para baixo e puxar a parte superior (os ombros) simultaneamente, de maneira que o jaleco não seja virado do avesso e a parte contaminada atinja o rosto.
6. Botas: durante a pulverização, principalmente com equipamento costal, as botas são as partes mais atingidas pela calda. Devem ser retiradas em local limpo, no qual o aplicador não suje os pés.
7. Calça: deve-se desamarrar o cordão e deslizar pelas pernas do aplicador sem serem viradas do avesso.
8. Luvas: deve-se puxar a ponta dos dedos das duas luvas aos poucos, de forma que essas possam ir se desprendendo simultaneamente. Não devem ser viradas ao avesso, o que dificultaria o próximo uso e contaminaria a parte interna.
9. Respirador: deve ser o último EPI a ser retirado, sendo guardado separado dos demais equipamentos, dentro de um saco plástico limpo, para evitar contaminação das partes internas e dos filtros.

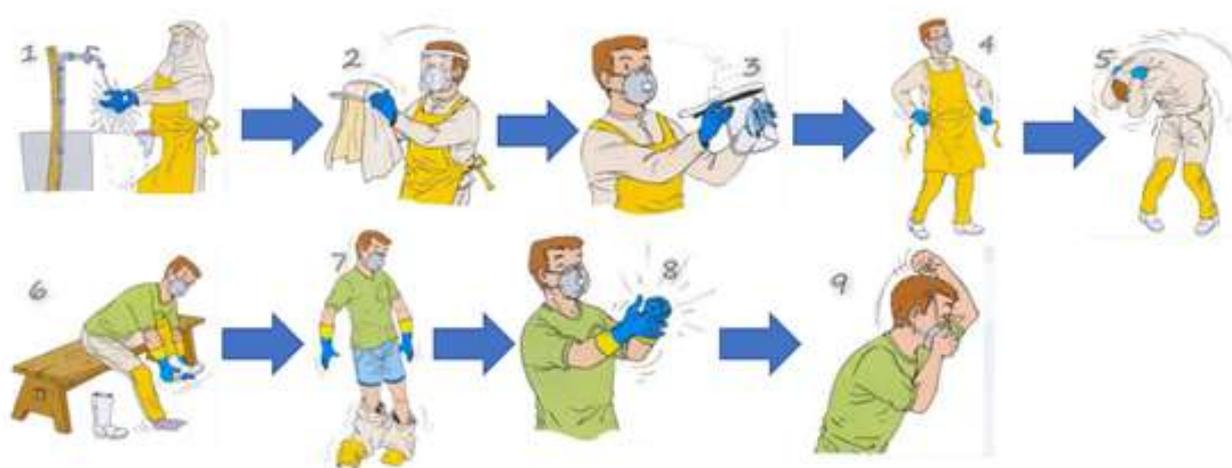


Figura 81 - Sequência correta de retirada do EPI. Fonte: Manual de orientações de uso dos equipamentos de proteção individual – EPI (UFVJM), 2019.

LIMPEZA DOS EPI

É difícil visualizar a contaminação de EPI com agrotóxicos. Portanto, após a jornada de trabalho, os EPI devem ser sempre higienizados, para não contaminarem os aplicadores.

As vestimentas deverão ser higienizadas de acordo com as instruções descritas no manual de instruções do fabricante de EPI. As instruções de higienização podem variar, mas algumas medidas podem ser generalizadas como forma de aumentar

a vida útil das vestimentas de proteção, como:

- lavar separadamente das roupas comuns;
- utilizar luvas e avental para proceder a higienização;
- não utilizar detergentes que contenham, em sua formulação, enzimas alvejantes ou branqueadores, pois os mesmos retiram o tratamento hidrorrepelente que as vestimentas possuem;
- não deixar de molho ou esfregar;
- luvas e botas devem ser lavadas com água e sabão abundantemente;
- respiradores devem ser mantidos conforme instruções específicas, que acompanham cada modelo. Respiradores duráveis, que possuem filtros especiais para reposição, devem ser higienizados e armazenados em local limpo. Filtros não saturados devem ser envolvidos em uma embalagem limpa para diminuir o contato com o ar;
- as viseiras faciais devem ser lavadas com água e sabão neutro. Utilizar pano macio para não riscar ou conforme procedimentos descritos no manual de instruções do fabricante;
- jalecos, calças, toucas árabes e aventais devem ser higienizados conforme indicado nas etiquetas dos produtos e nos respectivos manuais de instruções.

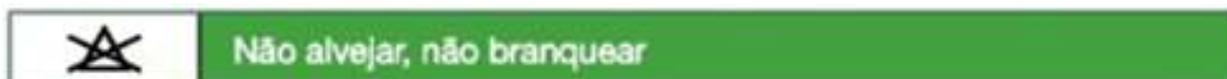
Nas etiquetas e manuais de instruções dos EPI também são utilizados símbolos na forma de pictogramas.

	Lê o manual de instruções
	Risco químico com agrotóxicos

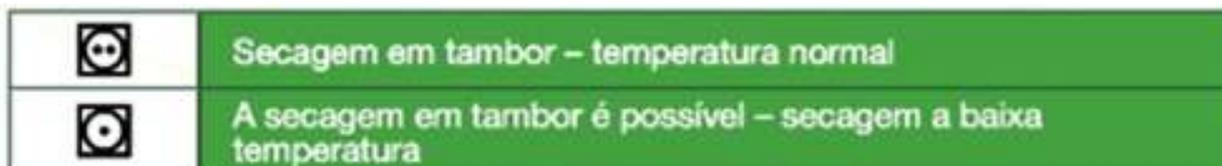
A tina simboliza a lavagem de vestimentas por processo manual ou mecânico. Símbolos de lavagem são importantes para a conservação de tecidos e durabilidade das vestimentas.

	Temperatura máxima de lavagem 60°C e processo normal.
	Não lavar
	Use somente a mão, temperatura máxima 40°C

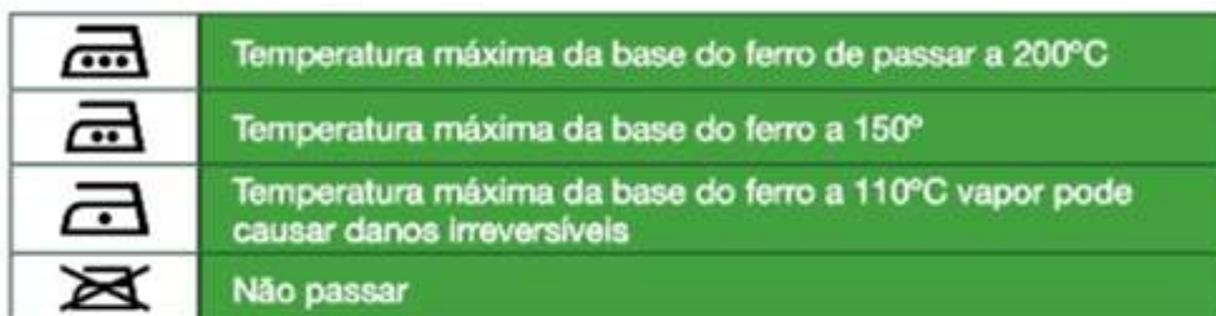
O triângulo simboliza o uso de alvejantes.



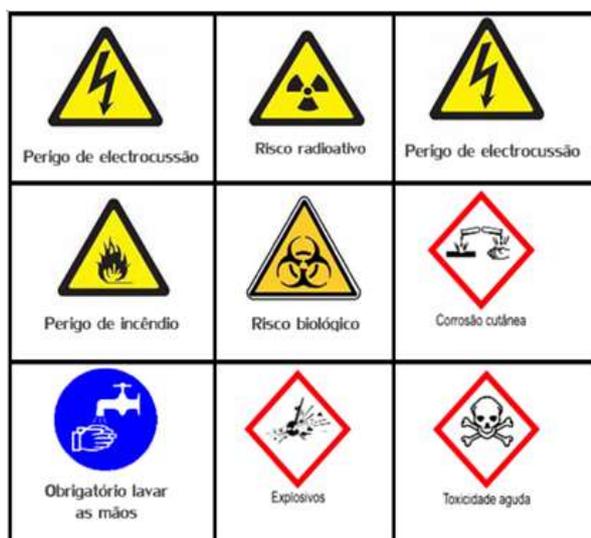
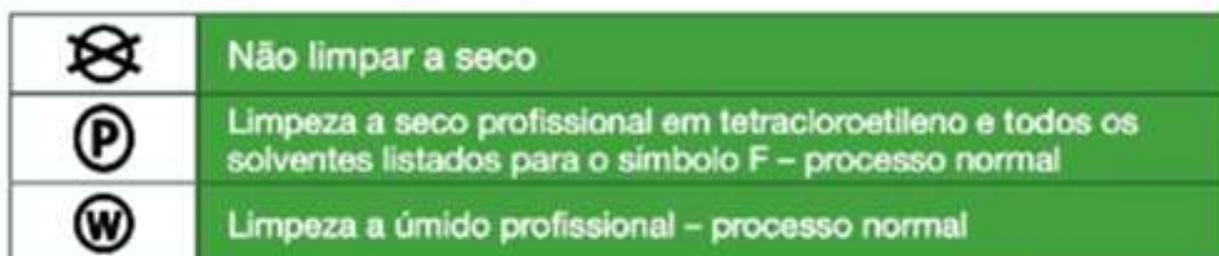
O quadrado simboliza o processo de secagem.



O ferro simboliza o ato de passar as vestimentas.



O círculo simboliza a limpeza profissional.



Você conhece outros pictogramas? Comente com sua turma sobre outros pictogramas utilizados em nosso dia a dia.

Na figura 82 são apresentados outros pictogramas comuns na área de Química e Biologia.

Figura 82 - Pictogramas utilizados na Química e na Biologia.
Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons, 2020.

O uso correto de EPI vem evoluindo rapidamente, mas continua exigindo treinamento e reciclagem de conhecimentos contínuos dos produtores rurais, empregadores, empregados e demais profissionais do agronegócio.

A conscientização dos pequenos produtores também é muito importante, assim como dos trabalhadores, que utilizam produtos químicos, como os domissanitários, ou seja, nas residências e no perímetro urbano. Esses produtos, apesar de apresentarem os princípios ativos em uma concentração menor que os produtos fitossanitários (como os agrotóxicos), também precisam da utilização de EPI. Os empregadores que simplesmente disponibilizam EPI não têm como garantir a proteção da saúde dos trabalhadores, nem como evitar possíveis contaminações. Incorretamente utilizados, os EPI podem, inclusive, comprometer ainda mais a segurança dos trabalhadores.

A utilização dos EPI não garante a segurança dos trabalhadores. Existem vários outros cuidados que devem ser observados quando se trata dos agrotóxicos, mas sua utilização é importante para que sejam minimizados os impactos à saúde causados pelos agrotóxicos.



Este é o anúncio de um curso sobre a aplicação de agrotóxicos. Verifica-se que os organizadores propõe o curso de acordo com a norma regulamentadora. No entanto, observem a imagem que ilustra o anúncio. Vocês percebem algo incorreto? Que contradição existe entre o curso e a imagem?

Agenda de Cursos

[INSCREVA-SE](#)

25 DE JULHO DE 2016

Trabalhador na Aplicação de Agrotóxicos-norma regulamentadora 31.8

Data: 25 À 27 de Julho de 2016

Horário: 08h as 17h

Carga horária: 24h

Local: Sindicato Rural de Maringá

Instrutor(a): Renato de Moura

Público Alvo : Trabalhador e Produtor Rural

Fonte: <http://www.sindrural.com.br/senar/agenda2.php?id=488>

8.2 Cuidados no transporte e armazenamento dos agrotóxicos

É importante ter conhecimento de todos os aspectos relativos ao transporte dos agrotóxicos. Para essa finalidade existe uma legislação que deve ser seguida.



Figura 83 - Transporte de agrotóxicos. Fonte: ALMEIDA, Raul Porfiro *et al.* Receituário Agrônomo – Prescrição Técnica de Agrotóxicos. João Pessoa -PB. CREA-PE, 2015.

Os riscos de acidentes durante o transporte de produtos químicos para uso agrícola exigem medidas de prevenção. Tomar consciência de sua execução não é apenas importante, mas é cumprir a legislação que rege a questão de transporte de produtos perigosos.

O não cumprimento das normas vigentes é uma infração que pode gerar multas para o vendedor

do produto e para o responsável por seu transporte. Os fornecedores desses produtos estão capacitados para o transporte dos mesmos, por isso, sempre que possível, devem ser utilizados os serviços dessas pessoas para o transporte desses insumos. Caso não seja possível, alguns cuidados deverão ser tomados durante o transporte, tais como:

- a)** não misturar a carga com medicamentos, alimentos e pessoas;
- b)** o veículo deve apresentar ótimas condições de deslocamento;
- c)** não transportar embalagens que apresentem vazamentos;
- d)** embalagens que sejam sujeitas a ruptura durante o transporte deverão ser protegidas com materiais adequados durante o deslocamento;
- e)** evitar que o veículo tenha pregos ou parafusos sobressaltantes dentro do espaço no qual os insumos irão ser acondicionados e não estacionar o veículo junto às residências ou local de aglomeração de pessoas ou animais;
- f)** o veículo apropriado é do tipo caminhonete com a tampa traseira fechada;
- g)** as embalagens devem estar organizadas de forma segura no veículo e cobertas por uma lona impermeável, presa à carroceria;
- h)** ter em mãos a nota fiscal do produto e o envelope de transporte e a ficha de emergência para transporte é uma exigência necessária para condução dos agrotóxicos.

O agricultor deve solicitar a ficha de emergência dos produtos no local de aquisição

desse, pois é uma obrigação do fabricante ou revenda fornecê-la. Esta ficha orienta quanto às providências e cuidados em caso de acidentes. Em caso de vazamentos, contê-los com materiais apropriados e recorrer à Polícia Rodoviária, bombeiros e fabricante.

Os agrotóxicos devem ser armazenados em local com boa ventilação, livre de inundações e distante de residências, instalações para animais ou de locais nos quais se armazenam alimentos ou rações. Os produtos devem ser devidamente agrupados em prateleiras, por classe de princípio ativo, nunca devem estar em contato direto com o piso e sempre apresentar os rótulos intactos. O depósito deve ficar trancado e sinalizado com uma placa indicativa alertando para a presença de material tóxico. Não é recomendável armazenar estoques de produtos além das quantidades para uso a curto prazo (no máximo um ciclo da cultura), um bom planejamento na hora da compra é fundamental. Os restos de produtos devem sempre ser mantidos em suas embalagens originais.



Figura 84 - Depósito de agrotóxicos.
Fonte: gruposupersafras.com.br

8.3 Cuidados durante o preparo da calda

O preparo da calda deve ser realizado de acordo as recomendações específicas de cada produto (informações que constam na bula). Entretanto, de modo geral, para a maioria das formulações se realiza a adição direta do produto no tanque de pulverização ou através de pré-diluição.

Nesse último caso, dissolve-se o produto em pequena quantidade de água, agitando-se até a completa homogeneização da suspensão. A seguir despeja-se a suspensão no tanque de pulverização que deve estar contendo dois terços do volume de água a ser utilizada. Após essa etapa, completa-se o volume total de água do tanque. Esse momento de preparar a calda veneno é de muita importância, pois é a hora que o trabalhador está manuseando o produto concentrado.

Durante esse processo alguns cuidados são fundamentais, tais como:

- a utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI).
- o preparo da calda deve ser realizado em local sombreado, aberto e com

Sobre o conteúdo “diluição”, você pode ter mais informações acessando a simulação disponível no link https://phet.colorado.edu/sims/html/beers-law-lab/latest/beers-law-lab_pt_BR.html. Acesso em: 25 ago. 2020.

boa ventilação;

- manuseie os produtos longe de crianças, de animais e de pessoas desprotegidas;
- as instruções presentes nos rótulos do produto devem ser seguidas corretamente;
- evitar inalação, respingo e contato com os produtos, não desentupir bicos ou orifícios com a boca, assim como, não beber, comer ou fumar durante o manuseio e a aplicação dos produtos;
- evitar pulverizar nas horas mais quentes do dia, contra o vento e em dias de vento forte e chuvosos;
- a embalagem deverá ser aberta com cuidado para evitar derramamento do produto;
- utilize balanças, baldes e funis específicos para o preparo da calda. Nunca use esses mesmos equipamentos para outros fins como transportar água de beber, leite ou outro alimento ou produto;
- lavar a embalagem vazia logo após o esvaziamento da mesma, longe de locais que possam ser contaminados e causem riscos à saúde das pessoas;
- verificar o pH da água de pulverização e corrigir, caso necessário, seguindo as instruções do fabricante do agrotóxico que será aplicado;
- o uso de uma pressão adequada ao objetivo a que se destina a pulverização é fundamental na obtenção de uma distribuição uniforme do produto sobre a planta.

O tamanho das gotas diminui com o aumento da pressão, portanto, pressão excessiva na bomba causa deriva e perda da calda de pulverização.



Figura 85 - Processo de preparo da calda de agrotóxico. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons, 2020.

8.4 Cuidados durante e após a aplicação dos agrotóxicos

Entre os fatores que podem interferir para que não haja uma boa pulverização devem ser destacados:

- a) os períodos de secas prolongadas que ocasionam o estresse hídrico nas plantas, reduzindo a atividade biológica e prejudicando a absorção do produto pelas folhas e partes ativas;
- b) as chuvas fortes, quando ocorrem logo após a pulverização, poderão ocasionar lavagem e arraste do produto das folhas e das áreas de absorção pelas raízes das plantas;
- c) as temperaturas abaixo de 15 °C e acima de 30 °C, assim como umidade relativa do ar abaixo de 55% proporcionam menor absorção do produto pelas plantas;
- d) a pulverização deve ser evitada enquanto as plantas apresentarem as folhas muito molhadas após uma chuva ou devido ao orvalho;
- e) a observação da velocidade e direção do vento é outro fator muito importante para realização de uma boa pulverização. Aplicações de produtos com presença de ventos acima de 10 km/h deverão ser evitadas.

Outro fator importante a ser observado é o **período de carência ou intervalo de segurança**.

Trata-se do número de dias que deve ser considerado entre a última aplicação e a colheita. O período de carência vem escrito na bula do produto. Este prazo é importante para garantir que o produto vegetal colhido não possua resíduos acima do limite máximo permitido. Pois, a produção de produtos agrícolas com resíduo acima do limite máximo permitido pelo Ministério da Saúde é ilegal. A colheita poderá ser apreendida e destruída. Além do prejuízo da colheita, o agricultor poderá ainda ser multado e processado. Geralmente, as recomendações técnicas vigentes quanto à aplicação de agrotóxicos dá mais ênfase para orientação de uso dos EPI durante o preparo da calda e aplicação dos produtos nos cultivos. Todavia, um grande cuidado deve ser considerado quanto ao período de reentrada de pessoas na área, após esta ter sido pulverizada.

INTERVALO DE SEGURANÇA (PERÍODO DE CARÊNCIA)

CULTURAS	DIAS
Morango, Pepino, Pimentão e Tomate	3
Citros e Melancia	7
Batata, Café, Coco, Feijão, Maçã, Mamão e Soja	14
Algodão	21
Crisântemo e Roseira	UNA – Uso Não Alimentar

INTERVALO DE REENTRADA DE PESSOAS NAS CULTURAS E ÁREAS TRATADAS

Não entre na área em que o produto foi aplicado antes da secagem completa da calda (no mínimo 24 horas após a aplicação). Caso necessite entrar antes desse período, utilize os equipamentos de proteção individual (EPIs) recomendados para o uso durante a aplicação.

O período de reentrada que compreende o dia da última pulverização até a permissão de entrada de pessoas na área sem riscos de serem contaminadas deve ser respeitado, no entanto se houver necessidade de entrada de pessoas, antes do término do período indicado, essa pessoa deverá utilizar EPI da mesma forma que se utiliza durante a aplicação do produto.

8.5 Descarte correto das embalagens de agrotóxicos

As questões ambientais vêm ganhando força ao longo dos anos, porque as consequências negativas da ação do homem, no meio ambiente, vêm impactando de forma clara a sociedade como um todo. Na agricultura, atitudes como o descarte incorreto de embalagens com agrotóxicos prejudicam a saúde dos seres humanos e podem também acarretar contaminação de solo, mananciais e rios.

Pensando na necessidade urgente da consciência ambiental e preservação do meio ambiente foi criada a Lei nº 9.974/2000 e o Decreto nº 4.074/2002 para agricultores e proprietários agrícolas, trazendo de forma explícita que as embalagens de agroquímicos devem ser descartadas após o uso, no prazo de um ano a partir da data da compra. Também foi criado um Decreto (98.816/1990), que estabelece o destino correto para o descarte das embalagens de agrotóxicos. Neste decreto fica estabelecida a proibição do reaproveitamento de embalagens de agrotóxicos e afins, essas embalagens só poderão ser reutilizadas com autorização do órgão federal registrante. Ainda, a legislação ressalta que o descarte de cada recipiente deverá atender às recomendações que estão no rótulo de cada produto.

As embalagens de agrotóxicos podem ser incineradas, reaproveitadas ou recicladas, desde que continuem sendo utilizadas para armazenamento de agrotóxicos. O tipo de tratamento que as embalagens devem ter depende do tipo de material com o qual essas são confeccionadas e o tipo de ingrediente ativo que essas armazenam.

A legislação brasileira obriga o agricultor a devolver as embalagens rígidas de agrotóxicos à unidade de recebimento de embalagens indicada pelo revendedor. Antes de devolver, as embalagens lavadas devem ser separadas das contaminadas (sacos plásticos não laváveis). A não devolução das embalagens pode enquadrar o produtor rural na Lei de Crimes Ambientais e obrigá-lo a pagar multa.

As **embalagens laváveis** são as embalagens rígidas, de plástico ou metálicas, essas possuem líquidos de defensivos agrícolas que são diluídos em água. Entretanto, é preciso ter certos cuidados, pois não são todas as embalagens que podem ser laváveis. Essa informação estará contida no rótulo de cada embalagem. A maioria dessas embalagens, cerca de 99%, são feitas de plásticos.

Os materiais mais utilizados na confecção desse tipo de embalagem são o

polietileno de alta densidade (HDPE, PE o Pead), extrusão em multicamadas (Coex) e o polipropileno (PP).

As **embalagens não laváveis** são utilizadas para acondicionar produtos que não utilizam água como veículo de pulverização, além de todas as embalagens flexíveis e secundárias. Esse grupo inclui: sacos de plástico, de papel, metalizados, mistos ou feitos com outro material flexível; embalagens de produtos para tratamento de sementes; caixas de papelão; cartuchos de cartolina e fibrolatas.



Figura 87 – Classificação das embalagens de agrotóxicos. Fonte: INPEV, 2020.

O sistema de destinação final de embalagens vazias de produtos fitossanitários une diversos atores em prol de uma causa: a proteção da saúde humana e do meio ambiente.

São esses: agricultores, sistema de comercialização, indústria fabricante e poder público.

A PARCELA DE CADA UM			
AGRICULTOR	CANAL DE DISTRIBUIÇÃO	PODER PÚBLICO	INDÚSTRIA
Lavar Inutilizar Armazenar Receber comprovante de entrega	Definir local de entrega Informar o agricultor Receber as embalagens Emitir comprovante Orientar o agricultor	Orientar sobre a lei Fiscalizar e licenciar	Transportar a embalagem ao destino Garantir a destinação final Orientar o agricultor

Figura 86 - Função de cada setor em relação ao descarte correto das embalagens de agrotóxicos. Fonte: INPEV, 2020.

Os vendedores devem informar aos agricultores sobre os procedimentos de lavagem, de armazenamento, de transporte e de devolução das embalagens vazias. No momento da finalização da compra, o vendedor deve informar junto com a nota fiscal o local de devolução das embalagens vazias. Precisam também conhecer os locais de descarte e saber se há condições adequadas para o recebimento das embalagens.

Os passos a seguir garantem que o descarte das embalagens de agrotóxicos seja feito da forma correta:



Figura 88 - Tríplice lavagem. Fonte: INPEV, 2020.

• Tríplice lavagem

Como o próprio nome diz, a tríplice lavagem (figura 88) consiste em enxaguar três vezes a embalagem vazia, de acordo com os seguintes passos:

Após passarem pelo processo da tríplice lavagem, todas as embalagens devem ser inutilizadas (danificadas para que não sejam usadas como recipiente novamente). Para isso, corte o fundo da embalagem ou faça furos no fundo, atentando para ter a certeza de que essa não terá mais utilidade.

• Lavagem sob pressão

Nesse sistema, a embalagem é encaixada no funil do pulverizador e a bomba do próprio equipamento gera pressão para pressionar o bico de lavagem. A água limpa utilizada no processo é captada de um tanque extra, que pode ou não estar integrado ao equipamento.

ARMAZENAMENTO DAS EMBALAGENS NO CAMPO

Após o processo de lavagem, o agricultor deve armazenar as embalagens vazias com suas respectivas tampas, rótulos e caixas em lugar adequado, separadas por tipo. Essas devem ser devolvidas para a unidade de

PROCESSO DE LAVAGEM DAS EMBALAGENS

A legislação brasileira determina que todas as embalagens rígidas de defensivos agrícolas devem ser lavadas com o objetivo de evitar a sua contaminação com produto residual. Além disso, os procedimentos de lavagem, quando realizados durante a preparação da calda, evitam desperdício do produto e reduzem riscos de contaminação do meio ambiente.

A lavagem é indispensável para a reciclagem posterior do produto e deve ser feita conforme a norma específica.

A norma prevê dois tipos de lavagem: tríplice e sob pressão.



Figura 89 - Lavagem sob pressão. Fonte: INPEV, 2020.

recebimento indicada pelo revendedor no corpo da nota fiscal até o prazo de um ano após a compra. As embalagens, com sobra de produto, devem ser devolvidas até seis meses após o vencimento.

O agendamento da devolução pode ser feito eletronicamente.

A preparação das embalagens para a devolução também requer alguns cuidados, conforme o tipo:

A embalagem de resgate, ou saco de resgate, é uma embalagem plástica, encontrada nos tamanhos de 50 litros e 100 litros e utilizada para acondicionamento, transporte e destinação de embalagens flexíveis. Recomenda-se que a indústria fabricante e/ou canais de distribuição (revendas e cooperativas) disponibilizem em sua lista de preços essas embalagens.

- **Embalagens flexíveis:** devem ser esvaziadas completamente no momento do uso e guardadas dentro de uma embalagem de resgate fechada e identificada;
- **Embalagens rígidas:** após o processo de tríplice lavagem ou lavagem sob pressão, essas devem ser tampadas e acondicionadas, de preferência na própria caixa de embarque que, por ser do tipo não lavável, não deve ser perfurada;
- **Embalagens secundárias:** devem ser armazenadas separadamente das embalagens contaminadas e podem ser utilizadas para acondicionar as embalagens rígidas.



Figura 90 - Preparação das embalagens de agrotóxicos para a devolução. Fonte: INPEV, 2020.

DEVOLUÇÃO DE RECIPIENTES

Todos os recipientes devolvidos – diretamente ou através da revenda – devem seguir para uma central de recebimento. As embalagens passam por um novo tratamento e, de lá seguem em blocos compactados e prensados para as indústrias recicladoras.



Figura 91 - Armazenamento de embalagens de agrotóxicos devolvidos na Cearpa de Campo Verde - MT. Fonte: Os autores, 2020.

É muito importante nunca se esquecer de guardar o comprovante de devolução das embalagens. Este documento deve ser apresentado sempre que a fiscalização for até a propriedade, garantindo que o produtor não sofra nenhuma punição.

8.6 Destinação final das embalagens de agrotóxicos: Reciclagem, Incineração ou Reaproveitamento

As embalagens de agrotóxicos, ao longo do tempo, têm recebido uma atenção e cuidado maior, a fim de trocar embalagens tradicionais por embalagens com novas tecnologias. Esse cuidado gerou uma maior preservação do meio ambiente, priorizando mais segurança, tanto no uso quanto no destino final das embalagens.

Para colocar em prática a responsabilidade de promover a destinação ambientalmente correta das embalagens vazias, como representante da indústria fabricante, o Instituto Nacional de Processamentos de Embalagens Vazias (INPEV) mantém parcerias com mais de dez empresas recicladoras.

Essas empresas recebem e reciclam as embalagens vazias respeitando os padrões

preestabelecidos de segurança, qualidade e rastreabilidade, as normas dos órgãos ambientais e as exigências legais.

Resultam dos processos de reciclagem mais de trinta produtos. Todos esses produtos passam pela aprovação prévia do INPEV e a maioria tem uso industrial.

Esses produtos podem ser:

- artefatos para construção civil, como dutos corrugados e tubos para esgoto;
- artefatos para indústria automotiva e de transportes, como caixa para bateria, dormentes ferroviários e postes de sinalização;
- artefatos para indústria energética, como cruzetas para postes;
- moldes em papelão para proteção industrial e de móveis;
- novas embalagens e tampas para defensivos agrícolas, a Ecoplástica Triex e a Ecocap.

As embalagens que não podem ser recicladas são encaminhadas para incineração.

Grandes produtores já adotam também as embalagens do tipo IBC (Intermediate Bulk Container), que são embalagens retornáveis para grandes quantidades de produtos. Os IBC devem ser rotulados com os dados do produto e quantidade de reutilizações.

Cada IBC deve ser utilizado sempre para o mesmo produto. A empresa que recebe o IBC faz a lavagem e a verificação do seu estado físico para depois reutilizá-lo novamente.

Essas embalagens são uma grande vantagem, pois necessitam de menos matéria-prima para sua produção e podem ser reutilizadas até oito vezes, diminuindo assim a quantidade de embalagens descartadas.

Sistema Campo Limpo é o nome do programa brasileiro de logística reversa de embalagens vazias de defensivos agrícolas, no qual o INPEV atua como núcleo de inteligência. Esse programa abrange todas as regiões do país e tem como base o conceito de responsabilidade compartilhada: agricultores, indústria fabricante, canais de distribuição e poder público têm papéis e responsabilidades específicas



Figura 92 - Produtos produzidos através da reciclagem de embalagens de agrotóxicos. Fonte: INPEV, 2020.



no fluxo de funcionamento do programa, definidas por lei.

Buscando atender, de forma eficaz, a lei e os agentes envolvidos, a INPEV criou um fluxo de logística reversa das embalagens vazias de agrotóxico, por meio de um elo entre os agentes envolvidos durante todo o processo de utilização desses produtos.



Segundo Relatório Anual de Sustentabilidade do INPEV, por três anos consecutivos, os volumes de embalagens de agrotóxicos recolhidos permaneceram próximos de 43 mil toneladas. Entretanto, em função do crescimento da área plantada, do uso de tecnologia e da ocorrência de pragas e doenças, o uso de agroquímicos cresceu em 2019 e, conseqüentemente, também a devolução de embalagens pós-consumo pelo agricultor. A gestão desse crescimento exigiu um grande esforço nas operações de recebimento, de logística e de destinação final ambientalmente correta. Das 43,5 mil toneladas previstas, inicialmente, o volume foi revisado e chegou a 45,3 mil toneladas no fim de 2019.

Segundo o Instituto, 94% das embalagens plásticas comercializadas recebem a destinação ambientalmente correta, sendo que o índice percentual pesquisado nos demais países é bem inferior, por exemplo: Alemanha (76%), Canadá (73%), França (66%), Japão (50%), Polônia (45%), Espanha (40%) e

Descarte incorreto é crime! O descarte fora do prazo determinado por lei ou de forma incorreta pode implicar em multa para o agricultor, o revendedor e até o fabricante do agroquímico. Dependendo da gravidade do descaso, pode ocorrer até a detenção, uma vez que as irregularidades caracterizam crime ambiental.

Austrália e Estados Unidos (30%). Esse cenário brasileiro positivo é decorrente da participação das empresas fabricantes de agrotóxicos, que comercializam seus produtos por meio das empresas distribuidoras e cooperativas ou diretamente para os agricultores, participando do programa de devolução de embalagens de agrotóxicos vazias.



1 Além dessas embalagens, houve a incineração de 131 toneladas de embalagens com sobras pós-consumo líquidas e sólidas.

EMBALAGENS DESTINADAS POR ESTADO (KG)		
Mato Grosso	11.183.362	25%
Paraná	5.949.245	13%
São Paulo	5.026.544	11%
Rio Grande do Sul	4.826.639	11%
Goiás	3.856.349	8%
Mato Grosso do Sul	3.466.210	8%
Minas Gerais	3.441.204	8%
Bahia	3.375.985	7%
Santa Catarina	801.735	2%
Maranhão	779.621	2%
Outros	2.856.195	5%
Total geral	45.563.089	100%

Tabela 1 - Quantidade de embalagens de agrotóxicos com destinação correta, por Estado. Fonte: INPEV - Relatório de Sustentabilidade, 2019.

Mato Grosso é o Estado com maior número de embalagens recolhidas, cerca de 25% do volume total.

Em Campo Verde-MT, o Conselho Estadual de Associação dos Representantes de Produtos Agropecuários (CEARPA) é o responsável pela central de recebimento das embalagens de agrotóxicos do município.

Segundo os dados do INPEV, em 2019, ainda restaram 2.908 mil toneladas de embalagens de agrotóxicos que não foram descartadas de maneira correta, e assim podem estar contaminando o meio ambiente.



1) Que outras embalagens ou produtos não devemos jogar no lixo comum? Pesquise sobre essas e apresente aos seus colegas.

2) Qual a diferença entre reciclar e reaproveitar? Pesquise alguns exemplos e comente com seus colegas. Quais as vantagens de reciclar e quais as vantagens de reaproveitar? Todas as embalagens que descartamos podem ser recicladas? E reaproveitadas?

3) No texto é mencionado que o Brasil recolhe 96% das embalagens de agrotóxicos. O que podemos fazer para aumentar esses números?



1) Em sua cidade há um centro de coleta de embalagens de agrotóxicos? Que tal marcar uma visita e verificar como funciona?

2) Vamos fazer uma peça teatral? Seria legal montar uma peça com a dramatização de um acidente simulado e as técnicas de primeiros socorros que devemos observar. Depois, os alunos podem apresentar para a comunidade escolar, orientando quais os cuidados devemos ter com produtos químicos.

3) Que tal montar um painel com fotos de vários EPI e em que profissão esses são usados. Pesquise com seus pais e na comunidades essas profissões e que equipamentos eles utilizam. Procure saber também qual a importância da utilização de cada equipamento. Depois, a turma pode montar o painel com todas as informação obtidas.



Sistema Campo Limpo. (vídeo 5:28 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3JL76V7ggYs>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Reciclagem embalagens de produtos agrícolas. (vídeo 3:46 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WKB32HXLiq0>. Acesso em: 25 ago. 2020.

EPI - Agricultura - Segurança do Trabalho - Segurança do Trabalhador Rural. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-0NAXFR5q-w>. Acesso em: 25 ago. 2020.

EPI-Equipamentos de Proteção Individual no laboratório em laboratório(vídeo 10: 34 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=w48vgszQCS0>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Profissão Repórter apresentado em 03/11/2015. Brasil é campeão mundial no uso de agrotóxicos. (vídeo 27:58 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QIOEkDhXG6Q>. Acesso em: 25 ago. 2020.

CAPÍTULO 9

Inseticidas utilizados como armas químicas

- A necessidade de se desenvolver uma postura ética diante do conhecimento biológico se faz mais clara a cada dia. Na medida em que esse conhecimento avança, a capacidade do ser humano de modificar o ambiente aumenta e, embora essas modificações possam proporcionar muitos benefícios, essas também podem causar grandes prejuízos, quando mal utilizadas.



Armas químicas e biológicas

A mesma ciência que inventou os inseticidas produz uma praga terrível: as armas químicas.

Por Redação Super / Fátima Cardoso

Qualquer guerra é um espetáculo sangrento e abominável. Mas até para matar há limites: as armas não devem causar ferimentos supérfluos, cruéis, desumanos ou degradantes. Isso em teoria, pois o homem inventa, produz, armazena e está pronto para usar um arsenal tão perverso que até a tênue ética da mortandade fica manchada. São as armas químicas, chamadas “bomba atômica dos pobres”, pois podem ser preparadas em qualquer país que disponha de uma indústria de fertilizantes químicos ou pesticidas medianamente desenvolvida.

Meses atrás, por exemplo, descobriu-se na Líbia uma fábrica de armas químicas disfarçada de indústria farmacêutica. E uma mostra real desse pesadelo ficou registrada em março do ano passado no ataque iraquiano com gás mostarda à aldeia de Halabja, um lugarejo cujo território havia sido invadido pelo Irã, habitado pelos curdos. Cinco mil civis foram mortos. Sete mil ficaram feridos. As imagens das vítimas paralisadas em agonia horrorizaram o mundo. Por sua vez, a União Soviética foi acusada de usar gases incapacitantes contra os rebeldes no Afeganistão.

[...]

A Primeira Guerra Mundial (1914-1918) marcou a entrada da química nos campos de batalha. Em 1915, o cientista alemão Fritz Haber teve uma ideia para obrigar as tropas inimigas a saírem da proteção das trincheiras e aceitarem o combate a céu aberto: espalhou gás cloro em um front perto da cidade belga de Ypres. Foi uma devastação – 5 mil desprevenidos soldados franceses foram mortos e outros 10 mil ficaram feridos. O cloro pertence ao grupo dos gases sufocantes, que irritam e ressecam as vias respiratórias. Para aliviar a irritação,

o organismo segrega líquido nos pulmões, provocando um edema. A vítima morre literalmente afogada.

Como se não bastasse o cloro, a desenvolvida indústria química alemã - especialmente a tristemente famosa IG Farben - redescobriu o gás mostarda, inventado meio século antes na Inglaterra. Além de atacar o revestimento das vias respiratórias provocando feridas e inchaço, esse gás com cheiro de mostarda (daí o nome) provoca bolhas e queimaduras na pele e cegueira temporária. Inalado em grande quantidade, mata. Os franceses retrucaram com cianeto de hidrogênio e o ácido prússico, chamados gases do sangue. Quando inaladas, as moléculas desses gases se unem à hemoglobina do sangue, impedindo-a de se combinar com o oxigênio para transportá-lo às células do corpo, causando a morte.

Ao todo, as mortes provocadas por gases venenosos na Primeira Guerra Mundial somaram perto de 100 mil; os feridos, em torno de 1,3 milhão. A fama de vilão porém recaiu exclusivamente sobre Fritz Haber, o mentor do ataque alemão a Ypres. Pouco lhe valeu ser contemplado com o Prêmio Nobel de Química em 1918 - sob protesto dos cientistas - por ter conseguido a síntese da amônia, inventando assim os fertilizantes químicos. Quando Hitler chegou ao poder na Alemanha, em 1933, Haber, por ser judeu, emigrou para a Inglaterra. Ao encontrá-lo em Londres, logo em seguida, o físico inglês Ernest Rutherford, também Prêmio Nobel, recusou-se a apertar-lhe a mão. O criador da guerra química morreu no ano seguinte, de ataque cardíaco. Em 1925, a Liga das Nações, precursora da ONU, havia proibido no Protocolo de Genebra o uso militar de gases asfixiantes, tóxicos e outros, assim como o de agentes bacteriológicos. [...]

Superinteressante - Edição 21, Junho de 1989.

Os conhecimentos biológicos e químicos, desde que bem empregados, podem possibilitar convívio harmônico do ser humano com os demais seres vivos e com os fatores abióticos do meio. Apesar de muitas atitudes corretas e de esforços despendidos, isso nem sempre ocorre, infelizmente.

Em 2013, um atentado que matou quase 1500 pessoas na Síria despertou o século XX para um horror antigo: a utilização de armas químicas para aniquilar rapidamente um grande número de pessoas. Em 2017, mais um ataque com gases tóxicos na Síria ganhou o noticiário internacional.

A ideia de aniquilar o inimigo por envenenamento é bem antiga. Já na Índia de 2000 a. C. era comum empregar nas guerras cortinas de fumaça, dispositivos incendiários e vapores tóxicos. O historiador grego Tucídides conta que, na Guerra do Peloponeso (431-404 a. C.), os espartanos colocavam madeira impregnada com enxofre e piche ao redor dos muros das cidades inimigas, criando vapores

sufocantes.

O potencial de destruição das armas químicas preocupa tanto civis quanto líderes militares, que tentaram a todo custo banir o seu uso em situações de conflito. Alguns desses compostos químicos foram produzidos não como armas químicas, mas como **inseticidas**.

No entanto, vários desses compostos foram utilizadas de forma inescrupulosa. Vejamos como alguns desses agentes químicos letais foram utilizados com o passar dos anos e as consequências desastrosas desses atos. Focamos aqui no que diz respeito aos inseticidas que foram utilizados.

9.1 Primeira Guerra Mundial (1914-1919)

A Primeira Guerra Mundial também ficou conhecida como a “guerra dos químicos”, pois foi a primeira a introduzir gases venenosos e mortais no combate. Com uma forte indústria química, que vinha do século XIX, a Guerra que durou de 1914 a 1918 teve várias experiências com esse novo instrumento letal.

Ao fim da guerra, o uso de armas químicas havia sido proliferado em ambos os lados – incluindo agentes como fosgênio, cianeto e gás mostarda, um agente químico que causa queimadura severa na pele, olhos e sistema respiratório e que é absorvido por inalação, ingestão ou contato com a pele e os olhos. Horrorizados com os efeitos e com o pavor gerado por esses ataques, em 1925, quinze países assinaram o Protocolo de Genebra, tratado que proibia o uso de armas químicas e bacteriológicas. O número de mortos nesses ataques ultrapassou os noventa mil e mais de um milhão ficaram feridos.



Figura 93 - Primeira Guerra Mundial, 1915: soldados alemães se aproveitam da direção do vento para lançar gás mortal sobre os inimigos. Fonte: Getty Imagens.

9.2 Guerra do Vietnã (1955-1975)

A guerra do Vietnã durou cerca de 20 anos, de 1954 a 1975, com intervalos entre o final dos anos 1950 e o início dos anos 1960. Durante essa guerra, aviões pulverizaram sobre o território vietnamita mais de 50 milhões de litros de um potente desfolhante: o **agente laranja**. Essa ofensiva fazia parte de uma estratégia para destruir as extensas áreas de florestas que serviam de esconderijos aos guerrilheiros.



Figura 94 - Um helicóptero UH-1D espalhando agente laranja em uma floresta do Vietnã. Fonte: Wikipedia, 2020.

Essa tática, portanto, era usada para localizar os inimigos. O primeiro efeito que o agente laranja provoca é a queda das folhas, seguida da morte da planta. Esse produto foi desenvolvido tomando como base a atuação dos fitormônios na abscisão foliar.

O agente laranja é um composto formado por duas substâncias sintéticas: o **2,4-D** e o **2,4,5-T**. O primeiro é muito empregado como herbicida, matando ervas daninhas de folhas largas; já o **2,4,5-T** vem acompanhado de dioxina, um potente agente teratogênico (capaz de provocar malformações) que permanece por muito tempo no meio ambiente. Os dois compostos, atuando em conjunto, provocam não somente a queda das folhas, como também tumores nas plantas.

A guerra do Vietnã faz parte do passado, mas os efeitos da dioxina utilizada no desfolhante continuam a causar prejuízos para áreas do Vietnã, do Laos e do Camboja. Os resíduos da dioxina provocaram degradação ambiental intensa, contaminando o solo, as plantas, a água de rios, os riachos e os córregos. Os seres humanos e os demais animais que consumiram e ainda consomem alimentos contaminados podem gerar descendentes com malformações.

Em 1972, a Convenção de Armas Biológicas e Químicas de Genebra proibiu a produção e estocagem de armas químicas e biológicas no mundo. No entanto, casos de desrespeito a essa convenção vêm sendo observados.

9.3 Massacre de Halabja¹² (1988)

O ataque químico em Halabja, no Curdistão Iraquiano, que ficou conhecido também como Massacre de Halabja, ou Sexta-feira Sangrenta, ocorreu no dia 16 de maio de 1988. Durante o encerramento da Guerra Irã-Iraque, o regime de Saddam Hussein utilizou armas químicas para remover curdos de cerca de 40 vilas no Norte do Iraque. No ataque foi utilizado gás mostarda e sarin, um líquido sem cor nem

cheiro que causa extrema devastação para o sistema nervoso, levando as pessoas expostas a perderem as funções corpóreas e, se não tratadas imediatamente, a entrarem em coma ou sofrerem falência respiratória.

No ataque indiscriminado, homens, mulheres e crianças sufocaram até a morte.



Figura 95 - Ataque com gases químicos à Cidade de Halabja, Nordeste do Iraque. Fonte: basnews.com.

12. 5 ataques com armas químicas que entraram para a história. Revista Super Interessante. Publicado em 12 fev. 2015. Disponível em: <https://super.abril.com.br/blog/superlistas/5-episodios-com-armas-quimicas-que-entraram-para-a-historia/>. Acesso em: 25 ago. 2020.

9.4 Atentado terrorista no metrô de Tóquio em 1995

No dia 20 de março de 1995, cinco integrantes da seita intitulada “Verdade Suprema” em japonês, entraram no metrô de Tóquio e usaram guarda-chuvas com lâminas na ponta para furar sacos plásticos que continham gás sarin em forma líquida. Um dos supostos motivos do atentado era desestabilizar o governo japonês.

A seita tinha um laboratório nos arredores da capital para pesquisar armas químicas e biológicas, como toxinas botulínicas, antraz e cólera. Nos 40 minutos em que circulou pelo metrô, o gás sarin causou sangramentos nasais, dificuldades respiratórias, convulsões e coma. Doze pessoas morreram. Estima-se que houve entre 3,8 mil e 6 mil feridos. As principais consequências para os sobreviventes foram a perda de memória em curto prazo, dificuldades na visão e tremores, além de problemas de sono e transtornos de estresse pós-traumático.



Figura 96 - Atendimento às pessoas feridas no ataque com gás químico no metrô de Tóquio em 1995. Imagem: Tokyo Weekender.

9.5 Ataque Químico de Ghouta (2013)

No dia 21 de agosto de 2013, um ataque do governo sírio durante a Guerra Civil da Síria resultou em mais de 1500 mortes, sendo 426 dessas de crianças. Áreas controladas ou disputadas pela oposição nos arredores de Ghouta, próximo a Damasco, capital síria, foram atingidas por foguetes contendo sarin. As milhares de vítimas mortas no atentado não apresentavam feridas físicas. Em janeiro de 2015, foi confirmado pelo secretário-geral das Nações Unidas, Ban Ki-Moon, que armas químicas foram usadas em grandes escala, o que resultou na morte de inúmeros civis. A ONU considerou o ataque um crime de guerra e uma violação grave – o pior uso de armas químicas em civis no século XXI, e o mais significativo desde Halabja.

9.6 Ataque com gás tóxico em cidade da Síria (2017)

Um ataque com gás tóxico deixou dezenas de mortos na manhã do dia 04 de abril de 2017 em Khan Sheikhun, cidade síria controlada por opositores do ditador Bashar al-Assad. Ao menos 100 pessoas morreram, segundo a União de Organizações de Assistência Médica, coalizão de ajuda internacional que atua no país. A ONG Observatório Sírio de Direitos Humanos falou em no mínimo 58 mortos, entre os

quais 11 crianças. A entidade diz que as vítimas eram civis e morreram enquanto eram encaminhadas para socorro em hospitais na província de Idlib.



Figura 97 - Homem carrega criança morta no ataque com gás tóxico em Khan Sheikhoun. Imagem: Ammar Abdullah.

O gás provocou sufocamento, desmaios e vômitos. Centenas de pessoas ainda manifestavam sintomas após o ataque, segundo equipes de atendimento.

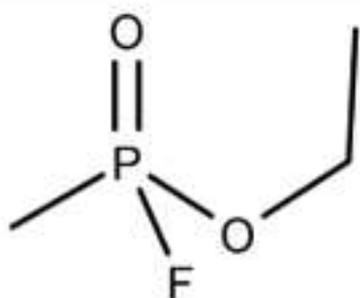
O chefe das autoridades de saúde de Idlib, Mounzer Khalil, disse acreditar que o gás é o **sarin** ou gás **cloro**. “A maioria dos hospitais está transbordando de pessoas feridas”.

9.7 Gás Sarin, tabun, mostarda e agente laranja

Os gases neurotóxicos estão entre as armas químicas mais temidas, já que basta uma pequena quantidade para provocar a morte de muitas pessoas. São compostos organofosforados que destroem o mecanismo de transmissão de impulsos nervosos. A vítima perde o controle dos músculos e sofre convulsões violentas até que não consegue mais respirar e morre.

O mais antigo desses gases, o tabun, foi inventado na Alemanha, em 1936, por Gerhard Schrader, que pesquisava inseticidas. Schrader depois passou a desenvolver armas químicas e descobriu o sarin, dez vezes mais potente que o **tabun**. Os dois gases foram produzidos industrialmente na Alemanha durante a II Guerra Mundial e incorporados a projéteis de artilharia. No entanto, não chegaram a ser usados no campo de batalha. Em 1995, a seita Aum Shinrikyo realizou um ataque terrorista com sarin diluído no metrô de Tóquio, matando 13 pessoas.

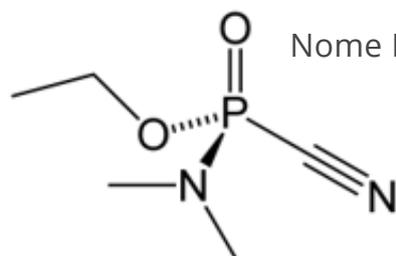
O gás **Sarin** é uma substância criada, originalmente, para funcionar como um inseticida, mas que tem sido utilizado como arma química em cenários de guerra, como no Japão ou na Síria, em função de sua potente ação no corpo humano, que pode provocar a morte em até 10 minutos. O gás sarin é um gás **altamente tóxico**, pertencente ao grupo dos organofosforados, cuja fórmula molecular é $C_4H_{10}PFO_2$ e sua estrutura é dada abaixo:



Nome IUPAC: (RS) -propan-2-il metilfosfonofluoridato

Figura 98 - Fórmula estrutural e nome químico do gás sarin. Fonte: Os autores, 2020.

O gás **tabun** também pertence ao grupo dos organofosforados, cuja fórmula molecular é a fórmula $C_5H_{11}N_2O_2P$. Foi descoberto, acidentalmente, em 1936, pelo investigador alemão Gerhard Schrader. Ele estava pesquisando sobre inseticidas organofosforados para a IG Farbem Farmacêutica.



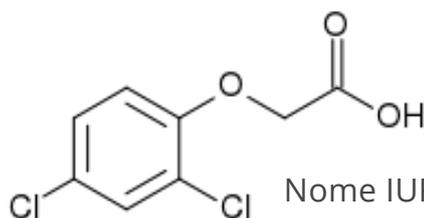
Nome IUPAC: N, N- dimetilfosforamidocianidato de (RS)-etilo

Figura 99 - Fórmula estrutural e nome químico do gás tabun. Fonte: Os autores, 2020.

O **Agente laranja** é uma mistura de dois herbicidas: o 2,4-D e o 2,4,5-T. Foi usado como desfolhante pelo exército dos Estados Unidos na Guerra do Vietnã. Ambos os constituintes do Agente Laranja tiveram uso na agricultura, principalmente o 2,4-D, que é vendido até hoje em produtos como o Tordon. Por questões de negligência e pressa para utilização, durante a Guerra do Vietnã, foi produzido com inadequada purificação, apresentando teores elevados de um subproduto cancerígeno da síntese do 2,4,5-T: a dioxina tetraclorodibenzodioxina.

Este resíduo não é normalmente encontrado nos produtos comerciais que incluem estes dois ingredientes, mas marcou para sempre o nome do Agente Laranja, cujo uso deixou sequelas terríveis para a população daquele país e nos próprios soldados norte-americanos.

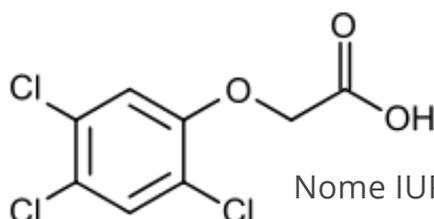
Desde então, o 2,4-D vem sendo utilizado no controle seletivo de ervas daninhas, principalmente em pastagens, pois, nesta situação, controla dicotiledôneas, preservando as monocotiledôneas. Esse pertence ao grupo químico dos ácidos ariloxialcanoicos e possui fórmula molecular $C_8H_6Cl_2O_3$.



Nome IUPAC: ácido 2,4-diclorofenoxiacético

Figura 100 - Fórmula estrutural e nome oficial do 2,4-D. Fonte: Os autores, 2020.

Já o 2,4,5-T é um organoclorado de fórmula $C_8H_5Cl_3O_3$. A utilização desse composto foi proibida pela crueldade das consequências que provoca $C_8H_5Cl_3O_3$.



Nome IUPAC: ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético

Figura 101 - Fórmula estrutural e nome oficial do 2,4,5-T. Fonte: Os autores, 2020.

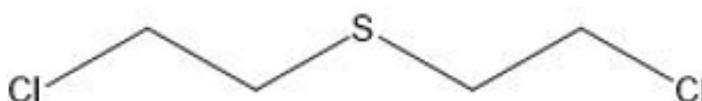
O **gás mostarda**, mesmo não sendo utilizado como inseticida, é mencionado aqui por ser um dos gases mais utilizados como arma química e por seu poder altamente tóxico.

Esse gás, quando não causa a morte, danifica o DNA, elevando as chances de câncer. Versões mais fracas do gás foram sintetizadas por diversos químicos no século XIX, mas só em 1913, o inglês Hans Thacher Clarke criou a versão mais concentrada e descobriu todo o seu potencial tóxico: um frasco do gás quebrou e ele precisou ser hospitalizado.

Um de seus colaboradores, alemão, reportou o caso à Sociedade Química de seu país, que usou a substância em combate pela primeira vez, em julho de 1917, na I Guerra Mundial.

É um líquido incolor e viscoso, mas sendo tratado para ser uma arma química, fica gasoso, amarelado e ganha odor similar ao da planta chamada mostarda.

Pelo menos essa substância tem uma utilidade positiva: desde 1919, o gás mostarda é usado para suprimir formações celulares cancerígenas no sangue, contribuindo para o combate à leucemia e linfomas até hoje.



Nome IUPAC: sulfeto de bis(2-cloroetil)

Figura 102 - Fórmula estrutural e nome oficial do gás mostarda. Fonte: Os autores, 2020.



1) Qual o mérito do Prêmio Nobel de Haber e quais as suas contribuições para a sociedade? Ele teve mérito para receber este prêmio? Por quê?

2) Como você julga a atitude de Rutherford em não cumprimentar Fritz Haber?

3) Haber foi bem-sucedido em todos os seus estudos? Por quê?

4) Os objetivos a serem alcançados pelos países em guerra podem justificar o uso de armas químicas e biológicas? O que você pensa sobre isso?

5) Quais outras substâncias já foram utilizadas como armas químicas e biológicas? Qual a consequência da utilização dessas substâncias? Faça uma pesquisa sobre o assunto e discuta com seus colegas.



Milhares de cientistas trabalhando diariamente no desenvolvimento de armamentos, enquanto outros se recusam em desenvolver essa atividade. Diante dessa controvérsia sobre a autonomia do cientista participar ou não de pesquisas militares, levante argumentos a favor e contra a liberdade de ação do cientista e justifique sua posição demonstrando o papel da Ciência na sociedade



Armas Químicas e a Primeira Guerra Mundial | Fritz Haber. (vídeo 11:21 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fZPQHAh9-Q>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Uma Molécula por Dia #21 Gás Mostarda (e Mostarda de Nitrogênio). (vídeo 6:41). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gVZ6z5B4r-0>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Uma Molécula por Dia #20 Agente Laranja (Arma Química). (vídeo 6:13 min). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_8kWcMP5h0M. Acesso em: 25 ago. 2020.

Mundo teme armas químicas e biológicas. (notícia). Disponível em: <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/guerra/guerra02.htm>. Acesso em: 25 ago. 2020.

CAPÍTULO 10

Os agrotóxicos e a saúde humana

- De que maneiras podemos ser intoxicados por agrotóxicos? E que consequências essa intoxicação pode causar à nossa saúde?
- Que impactos as internações e mortes decorrentes de intoxicação por agrotóxicos pode causar à sociedade?
- Como minimizar as intoxicações decorrentes da utilização de agrotóxicos?



Intoxicação por agrotóxicos pode levar à cegueira e até à morte; conheça histórias de vítimas

Não são apenas os agricultores que estão suscetíveis à contaminação. Diagnóstico é difícil e receber indenizações, também.

Quando não é fatal, a contaminação por agrotóxicos pode provocar problemas graves como a cegueira e a perda dos movimentos. Conheça histórias de três vítimas do problema, todas do Paraná, Estado com o maior número de casos relatados de intoxicação – e também o com o sistema mais eficiente de notificações.

Nunca usou proteção. Valdir Furtado, 62 anos, lida com lavoura desde a infância. No sítio de 24 hectares que tem no município de Juranda, no Paraná, começou plantando algodão e depois soja e milho. Os agrotóxicos sempre fizeram parte da rotina da propriedade. E ele reconhece que nunca usou equipamento de proteção.

Nos tempos do algodão, aplicava os produtos com pulverizador costal. Eram venenos líquidos e em pó. “Chegava em casa branquinho. Branquinho de veneno (...) Eu sentia, às vezes, vômito, mas não caçava um médico, né?”

Um dia, abriu a tampa da plantadeira em movimento, para checar se as sementes estavam caindo direito, e o veneno atingiu seus olhos. Ele perdeu 70% da visão no olho esquerdo e 30% no direito.

Por Globo Rural
31/03/2019 09h18

<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2019/03/31/intoxicacao-por-agrotoxicos-pode-levar-a-cegueira-e-ate-a-morte-conheca-historias-de-vitimas.ghtml>

Sem dúvida, os inseticidas têm prestado grandes serviços à humanidade. Em muitos lugares do mundo se conseguiu produzir o dobro ou mais de alimentos, graças ao uso de produtos químicos. Isso significa reduzir a fome mundial ou garantir a sobrevivência de um número crescente de habitantes no Planeta.

Os novos inseticidas permitiram o mais eficiente combate de brocas, gafanhotos e outros insetos que destroem as plantações; de carrapatos, bernes e outros seres que agridem o gado, transmitindo-lhe doenças e provocando a redução da produção de carne e leite; de carunchos e outros pequenos insetos que destroem os grãos de trigo, milho ou feijão nos celeiros. Além disso, conseguiu-se a quase total eliminação da malária em muitos países do mundo, prolongando a vida de seus povos.

Entretanto, a aparência milagrosa desses produtos levou as pessoas à ideia errônea de que elas poderiam resolver inúmeros problemas, dependendo apenas da aplicação de quantidades cada vez maiores. Começou-se a “banhar o mundo” com inseticidas. E, quando um falhava, por causa do fenômeno de resistência, usava-se outro e, atualmente, são utilizados dois ou mais ao mesmo tempo. Em decorrência disso e da não degradação de alguns desses compostos, os alimentos, as plantas, os animais, o solo, as águas e o ar que respiramos passaram a conter algumas quantidades desses compostos.

No Brasil, o consumo de pesticidas aumentou bastante, transformando o país em um dos líderes mundiais em consumo, o qual passou a ocupar o quarto lugar neste mercado. Em consequência, a população está mais exposta, principalmente, por meio do consumo de alimentos de origem agropecuária, bem como pelo contato direto em aplicadores rurais ou manipuladores, além de tentativas de suicídio, ou por contato indireto, como em populações que necessitam da aplicação de agrotóxicos para o controle de vetores das endemias.

10.1 O impacto dos agrotóxicos na saúde das pessoas

O constante contato com os produtos fitossanitários pode causar sérios danos à saúde humana, desde alergias até a morte. Esse contato não é só do aplicador, mas de quem está manipulando o produto, de quem lava as roupas do aplicador ou até mesmo de quem transporta o agrotóxico, sem falar nos animais que também se contaminam e, no futuro, irão nos contaminar ao ingerirmos sua carne.

Os principais danos causados ao organismo humano são reações alérgicas, queda de resistência imunológica, lesões no fígado e nos rins, atrofia nos testículos, esterilidade masculina, desenvolvimento de tumores, entre outros.

A exposição aos agrotóxicos pode ocorrer de duas maneiras, a exposição direta ou exposição indireta.

- **Exposição direta:** ocorre quando o agrotóxico entra em contato direto com a pele, olhos, boca ou nariz. Os acidentes pela exposição direta, normalmente, ocorrem com os trabalhadores que manuseiam ou aplicam agrotóxicos sem usar corretamente os EPI.
- **Exposição indireta:** ocorre quando as pessoas, que não estão aplicando ou manuseando os agrotóxicos, entram em contato com plantas, alimentos, roupas ou qualquer outro objeto contaminado.

Os agrotóxicos podem causar três tipos de intoxicação ao homem, segundo Santos e Polinarski¹³:

I. Intoxicação aguda - os sintomas surgem rapidamente, poucas horas após a exposição excessiva aos produtos Classe I, faixa vermelha (altamente tóxico). Entretanto, dependendo da quantidade de substância tóxica absorvida, pode ocorrer de forma leve, moderada ou grave. Os efeitos podem incluir dores de cabeça, salivação, mal-estar, confusão mental, fraqueza, cólicas abdominais, espasmos musculares, tremores, convulsões, náuseas, desmaios, vômitos, dificuldades respiratórias, sonolência, irritação nos olhos e na pele, entre outros.

II. Intoxicação Subaguda - ocorre por exposição pequena ou moderada aos produtos altamente tóxicos ou mediamente tóxicos (Classe III, faixa amarela). Os sintomas evoluem de forma lenta, motivo pelo qual são contornados, muitas vezes, sem a apreciação médica. Observamos neste tipo de intoxicação, cefaleia, fraqueza, mal-estar, dor de estômago e sonolência.

III. Intoxicação Crônica - acarreta danos irreversíveis, do tipo neoplasias e paralisias, oriundos da exposição durante meses ou anos de pequenas ou moderadas quantidades de produtos tóxicos ou a múltiplos desses. Os efeitos de uma exposição crônica podem aparecer semanas, meses, anos ou até mesmo gerações após o período de uso/contato com tais produtos. São, portanto, muito difíceis de identificar. Em muitos casos podem até ser confundidos com outros distúrbios sem que seja feita a relação com agrotóxicos. É a intoxicação que destrói devagar, com o desenvolvimento de doenças neurológicas, respiratórias, doenças do fígado e dos rins, câncer, leucemia etc.

Segundo pesquisa realizada por Silva *et al.*¹⁴ (2005), apesar de existirem poucos estudos de como o organismo humano responde aos efeitos da exposição combinada aos diferentes agrotóxicos, alguns são relevantes e apontam para a relação entre características pessoais e efeitos, tais como: tabagismo, alcoolismo e o estado nutricional.

13. SANTOS, Juliana Piana; POLINARSKI, Celso Aparecido. Ação local efeito global: quem são os agrotóxicos? Projeto O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, Paraná, 2012.

14. Silva, et al. Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do agricultor rural. *Ciência & Saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v.10, n. 4, 2005.

Quanto maior a pressão de vapor de uma substância, maior sua volatilidade e o aumento da temperatura também facilita a volatilidade do produto. Por isso, é muito importante seguir as recomendações sobre o melhor horário de aplicação de cada agrotóxico.

Citam ainda situações que favorecem a absorção de substâncias químicas pelo organismo, tais como:

1) Substâncias química e temperaturas elevadas - o aumento da temperatura atmosférica aumenta a volatilidade e a pressão de vapor das substâncias químicas, aumentando sua disponibilidade para inalação e/ ou absorção cutânea.

Aumenta também a velocidade circulatória, aumentando ainda mais a absorção. Assim, em um dia de forte calor, a quantidade de inseticida que permanece no ar após a aplicação poderá ser quase doze vezes maior que em dia com temperatura mais amena.

2) Substâncias químicas e esforço laboral - o esforço físico aumenta a ventilação pulmonar. Assim, o organismo se vê exposto a maiores quantidades de tóxicos existentes no ar.

Silva *et al.* (2005) acrescentam que estes aspectos são relevantes, pois os agricultores desenvolvem as atividades de manipulação de agrotóxicos, em situações nas quais estão presentes, ao mesmo tempo, mistura de agrotóxicos, temperaturas elevadas e esforços físicos.

Ao longo de muitos anos, o trabalhador rural se expõe, simultaneamente, a diferentes produtos tóxicos. Isto predispõe ao aparecimento de quadros crônicos de diferentes doenças, sendo difícil a caracterização diagnóstica dos agentes químicos envolvidos.

O efeito da interação entre múltiplas substâncias ainda é desconhecido e pode ser igual, maior ou menor que a soma dos efeitos individuais, pois a mistura pode alterar o comportamento tóxico de um determinado produto. Sendo assim, é muito difícil prever um efeito final deletério de um determinado agrotóxico.

No entanto, na prática, visando o tratamento imediato, tanto quanto possível, identificam-se quadros específicos, produzidos por um ou mais agentes de um determinado grupo.

O quadro 14 apresenta os “principais efeitos agudos e crônicos causados pela exposição aos principais agrotóxicos disponíveis, de acordo com a praga que controlam e o grupo químico ao qual pertencem”.

Os agrotóxicos do grupo dos organoclorados permanecem armazenados nos tecidos de organismos vegetais e animais, incluindo o homem.

Quadro 14 – Principais efeitos agudos e crônicos causados pela exposição aos agrotóxicos

Classificação quanto à praga que controla	Classificação quanto ao grupo químico	Sintomas de Intoxicação Aguda	Sintomas de Intoxicação Crônica
Inseticidas	Organofosforados e carbamatos	- Fraqueza - Cólicas abdominais - Vômitos - Espasmos musculares - Convulsões	- Efeitos neurotóxicos retardados - Alterações cromossomiais - Dermatites de contato
	Organoclorados	- Náuseas - Vômitos - Contrações musculares involuntárias	- Lesões hepáticas - Arritmias cardíacas - Lesões renais - Neuropatias periféricas
	Piretroides sintéticos	- Irritação das conjuntivas - Espirros - Excitação - Convulsão	- Alergias - Asma brônquica - Irritação nas mucosas - Hipersensibilidade
Fungicidas	Diticarbamatos	- Tonteiras - Vômitos - Tremores musculares - Dor de cabeça	- Alergias respiratórias - Dermatites - Doença de Parkinson - Câncer
	Fentalamidas		- Teratofenoses
Herbicidas	Dinitrofenóis e pentaclorofenol	- Dificuldade respiratória - Hipertermia- Convulsões	- Cânceres (PCP – formação de dioxinas) - Cloroacnes
	Fenoxiacéticos	- Perda de apetite - Enjôo - Vômitos - Fasciculação muscular	- Indução da produção de enzimas hepáticas - Cânceres - Teratogênese
	Dipiridilos	- Sangramento nasal - Fraqueza - Desmaios - Conjutivites	- Lesões hepáticas - Dermatites de contato - Fibrose pulmonar

Fonte: OPAS/OMS (1996) – apud Dossiê Abrasco, 2015.

Os organofosforados foram utilizados em substituição aos organoclorados a partir da década de 1950, pelo efeito menos agressivo ao ambiente, porém demonstraram ser altamente tóxicos para humanos e animais, sendo absorvido rapidamente pela pele e pelas mucosas do trato gastrointestinal e do trato respiratório.

Torna-se indispensável a conscientização dos agricultores e empregadores sobre os riscos do uso dos agrotóxicos e o seu uso eficiente. Informações corretas sobre as intoxicações dos defensivos agrícolas influi decididamente sobre as condições de vida e saúde dos trabalhadores rurais. As informações corretas são de extrema importância ao agricultor, pois auxiliam no diagnóstico precoce das intoxicações por este grupo de agentes químicos. Outro fator muito importante é a leitura das bulas dos produtos, pois essas apresentam informações importantes sobre a

intoxicação e informações médicas. Um exemplo dessas informações são as que aparecem na bula do Glifosato Nortox:

PRIMEIROS SOCORROS:

No caso de ingestão não provoque vômito, procure logo o médico, levando a embalagem, rótulo, bula ou receituário agrônômico do produto.

No caso de contato com os olhos, lave-os com água em abundância procure o médico, levando a embalagem, rótulo, bula ou receituário agrônômico do produto.

No caso de contato com a pele, lave-a com água e sabão em abundância e se houver irritação procure o médico levando a embalagem, rótulo, bula ou receituário agrônômico do produto.

No caso de inalação do produto procure lugar arejado e vá ao médico, levando a embalagem, rótulo, bula ou receituário agrônômico do produto.

ANTÍDOTO E TRATAMENTO MÉDICO:

Diagnóstico laboratorial: pesquisa de composto no material gástrico. Enzimas hepática, função renal, eletrólitos, gasometria, urina I e raio X de tórax em pacientes sintomáticos.

Não é recomendado emese. O vômito pode ocorrer espontaneamente. Oferecer líquidos para diluição. Carvão ativado e catártico.

Não há antídoto específico. O tratamento é sintomático e de manutenção. Não administrar atropina (o Glifosato Nortox não é inseticida organofosforado).

MECANISMOS DE AÇÃO, ABSORÇÃO E EXCREÇÃO PARA O SER HUMANO:

Aspectos toxicológicos: irritante dérmico e ocular. Pode causar danos hepáticos e renais, quando ingerido em doses altas.

Absorção se dá pela via oral e dérmica.

Excreção: ocorre principalmente na urina. Excreção biliar é limitado e a eliminação através de ar exalado é muito baixa.

EFEITOS AGUDO E CRÔNICO:

Dermatite de contato

Síndrome tóxica após a ingestão de doses altas: epigastria, ulceração ou lesão de mucosa gástrica, hipertermia, anúria, oligúria, hipotensão, conjuntivite, edema orbital, choque cardiogênico, pneumonite, necrose tubular aguda, elevação de enzimas hepáticas, leucócitos, acidose metabólica e hipercalemia.

EFEITOS COLATERAIS:

Em razão do produto não apresentar efeito terapêutico para o ser humano, os sintomas e sinais clínicos supra mencionados expressam os efeitos colaterais que podem ocorrer.

TELEFONE DE EMERGÊNCIA:

Centro de controle de intoxicação: Londrina / PR - (43)300 11 48

Figura 103 - Bula do agrotóxico Glifosato Nortox. Fonte: Os autores, 2020.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX), o número de intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola vem diminuindo ao longo dos últimos dez anos, conforme gráfico abaixo:

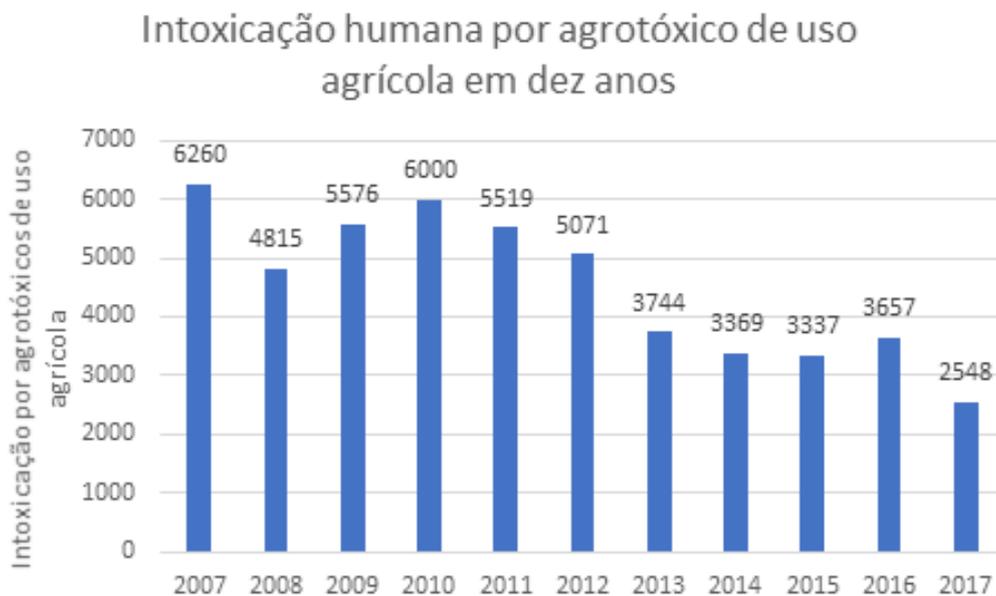


Gráfico 4 - Número de intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola entre 2007 e 2017. Fonte: MS/FIOCRUZ/SINITOX, 2020.

Ainda, segundo o SINITOX, o menor número de casos de intoxicação registrado nas estatísticas publicadas pelo órgão, nos últimos anos, ocorreu em virtude da diminuição da participação dos Centros de Informação e Assistência Toxicológica

(CIATs) nestes levantamentos. Outro fator que devemos levar em consideração, ao analisarmos esses dados, é o grande número de subnotificações de intoxicação por pesticidas no Brasil. Estima-se que para cada caso registrado de intoxicação por pesticidas ocorrem outros 50 casos sem notificação, ou com notificação errônea. Em muitos casos, quando a intoxicação é crônica, não se consegue determinar, com certeza, a relação entre os sintomas e os agrotóxicos, por isso, quanto mais informações os agricultores e as pessoas que manipulam esses produtos tiverem, maiores serão as chances de evitarem ou reconhecerem o processo de intoxicação.

No gráfico abaixo se tem o número de óbitos em decorrência de intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola, registrados entre 2007 e 2017.

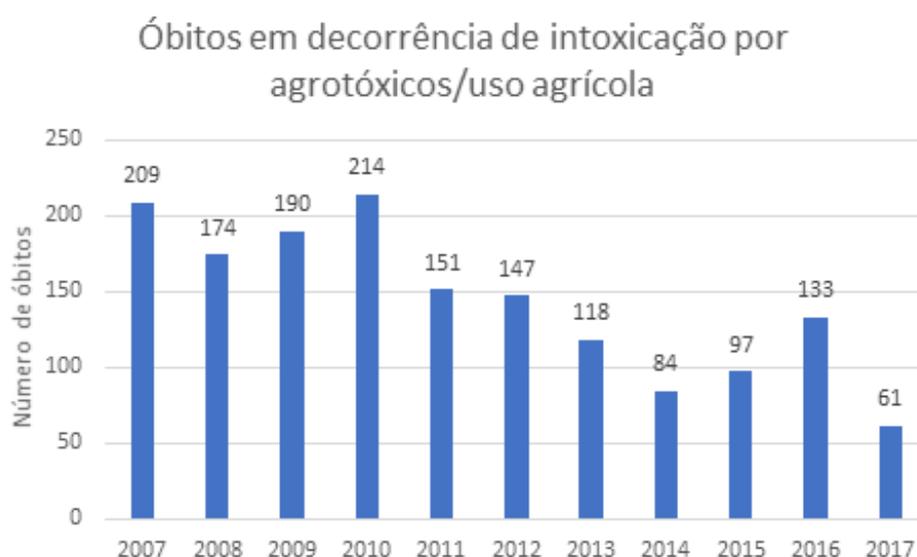


Gráfico 5 - Número de óbitos em decorrência de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola entre 2007 e 2017. Fonte: MS/FIOCRUZ/SINITOX, 2020.

Olhando os dados mais detalhadamente, no gráfico 6, observamos que a região **Sudeste** é a que apresenta maior número de **casos de intoxicação por agrotóxicos/uso agrícola**, segundo dados do SINITOX.

Esses números, mesmo que não reflitam a quantidade exata de intoxicações, são um alerta para toda a sociedade, indicando que há um problema social e que esse deve ser observado para se tomar atitudes que resolvam ou minimizem a problemática das intoxicações por agrotóxicos.

Intoxicações por agrotóxicos por Regiões do Brasil entre 2007-2017

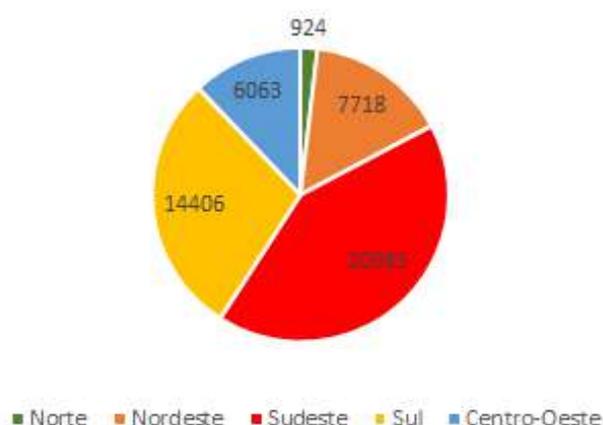


Gráfico 6 - Intoxicação por agrotóxicos por regiões do Brasil entre 2007 e 2017. Fonte: MS/FIOCRUZ/SINITOX, 2020.

Você saberia dizer por que a intoxicação por agrotóxicos é um problema social? Quem paga por isso?

Os inseticidas organofosforados (p. ex., paration, dissulfoton, malation etc.) e os carbamatos (p. ex., carbaril, carbofuran, aldicarbe, propoxur, metomil etc.) pertencem ao grupo dos compostos **inibidores das**

colinesterases. Muitos desses são extremamente ou altamente tóxicos para o homem. Alguns inseticidas fosforados orgânicos acarretam lesões de nervos longos, com perda da bainha de mielina, produzindo paresias e paralisias por ação neurotóxica retardada.

Um grupo de inseticidas novos é formado pelos piretroides. São menos tóxicos do que os organoclorados e os inibidores das colinesterases, entretanto, são responsáveis por numerosos casos de irritação ocular e de acessos de asma. Em doses altas, esses químicos produzem também lesões neurotóxicas retardadas.

A colinesterase é uma enzima presente no organismo responsável pela degradação de uma substância chamada acetilcolina, um neurotransmissor responsável por controlar os impulsos nervosos para os músculos.

Entre os herbicidas, destacamos aqui o paraquat (ou Gramoxone) por sua elevada toxicidade para o homem. Esse tem apresentação de ação corrosiva para as mucosas e produz uma fibrose pulmonar irreversível no homem, levando à morte em cerca de duas semanas. Possui classificação toxicológica I (produto extremamente tóxico) e potencial de periculosidade ambiental II (produto muito perigoso ao meio ambiente). Além de sua toxicidade, outro problema é que esse não tem um antídoto, como mostra a figura 104. Por esse motivo, a Anvisa proibiu seu uso e comercialização a partir do dia 22 de setembro de 2020. Por lei, todo agrotóxico deve ter um antídoto.



TOCHA®

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA sob nº 13208

COMPOSIÇÃO:
 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium dichloride (DICLORETO DE PARAQUATE)..... 276 g/L (27,6% m/v)
 Equivalente em cátion PARAQUATE..... 200 g/L (20% m/v)
 Outros Ingredientes..... 804 g/L (80,4% m/v)

GRUPO	D	HERBICIDA
CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA – CATEGORIA 1: PRODUTO EXTREMAMENTE TÓXICO CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE PERICULOSIDADE AMBIENTAL II – PRODUTO MUITO PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE		



INTOXICAÇÕES POR
- TOCHA -

INFORMAÇÕES MÉDICAS

Grupo químico	DICLORETO DE PARAQUATE: bipyridílio.
Classe toxicológica	Categoria 1 – Produto extremamente tóxico.
Vias de exposição	Dérmica e inalatória. Outras vias potenciais de exposição, como oral e ocular, não são relevantes considerando a indicação de uso do produto e dos EPIs apropriados.
	ANTÍDOTO: Não existe antídoto específico. Tratamento sintomático e de suporte de acordo com o quadro clínico para manutenção das funções vitais. O tratamento contra o paraquate é focado na diminuição da absorção, aumento da eliminação e contra os mecanismos de toxicidade.

Figura 104 - Bula do agrotóxico Paraquat (adaptado).
 Fonte: Os autores, 2020.

Além dos citados, todos os outros agrotóxicos apresentam uma certa toxicidade em menor ou maior grau. O desejável seria que esses produtos fossem banidos da agricultura, mas, não sendo possível, os agricultores e trabalhadores devem ficar atentos, obedecendo todas as normas de segurança, dosagens adequadas, descarte de embalagens e outros cuidados para minimizar os casos de intoxicação, além de utilizarem técnicas alternativas, que possibilitem diminuir o número de aplicações de agrotóxicos nas lavouras.

10.2 Os produtos domissanitários e a nossa saúde

Em todas os rótulos e bulas é obrigatório aparecer informações referentes às intoxicações e informações médicas, inclusive, nos rótulos de produtos domissanitários, como no exemplo a seguir:



Figura 105 - Informações contidas no rótulo do produto SPB multi-inseticida. Fonte: sbpprotege.com.br.

A maioria das pessoas não sabe que alguns dos inseticidas disponíveis nos supermercados e usados inocentemente por donas de casa, em geral, são fabricados a partir dos mesmos princípios ativos dos agrotóxicos. Trata-se, na verdade, de carbamatos, piretroides e organofosforados, que provocam os mesmos efeitos negativos sobre a saúde que os agrotóxicos usados no campo. E, no caso dos inseticidas domésticos, ou domissanitários, o problema se agrava em função do contato, dentro de casa, com crianças, mulheres grávidas, pessoas alérgicas ou que tenham outras doenças.

Os produtos domissanitários não dependem da aprovação dos órgãos de agricultura e meio ambiente, sua aprovação e registro dependem apenas da Anvisa/Ministério da Saúde. Por esse motivo, esses produtos escapam de serem classificados e fiscalizados como agrotóxicos. Além disso, como no Brasil temos graves problemas de saneamento ambiental e, conseqüentemente, existem muitas pragas urbanas (baratas, mosquitos, ratos etc.), a Anvisa tem sido muito tolerante com o comércio dos agrotóxicos domissanitários.

Quem já não viu uma ou mais propagandas mostrando mães utilizando esses produtos na presença de crianças? Isso é extremamente grave, porque afasta a ideia de risco, influenciando milhares de mães a usarem venenos a base de piretroides no quarto de seus bebês. Na propaganda sobre agrotóxicos é proibida a presença de crianças, bem como é obrigatória a “clara advertência sobre os riscos do produto à saúde dos homens, animais e ao meio ambiente”. No entanto, os venenos domissanitários têm escapado destas exigências. O número de registros de intoxicação por agrotóxicos de uso doméstico, exposto no gráfico 7, demonstra

a importância do problema e a necessidade de divulgação de informações mais claras sobre a toxicidade desses produtos e a maneira correta de utilizá-los para evitar essas intoxicações.

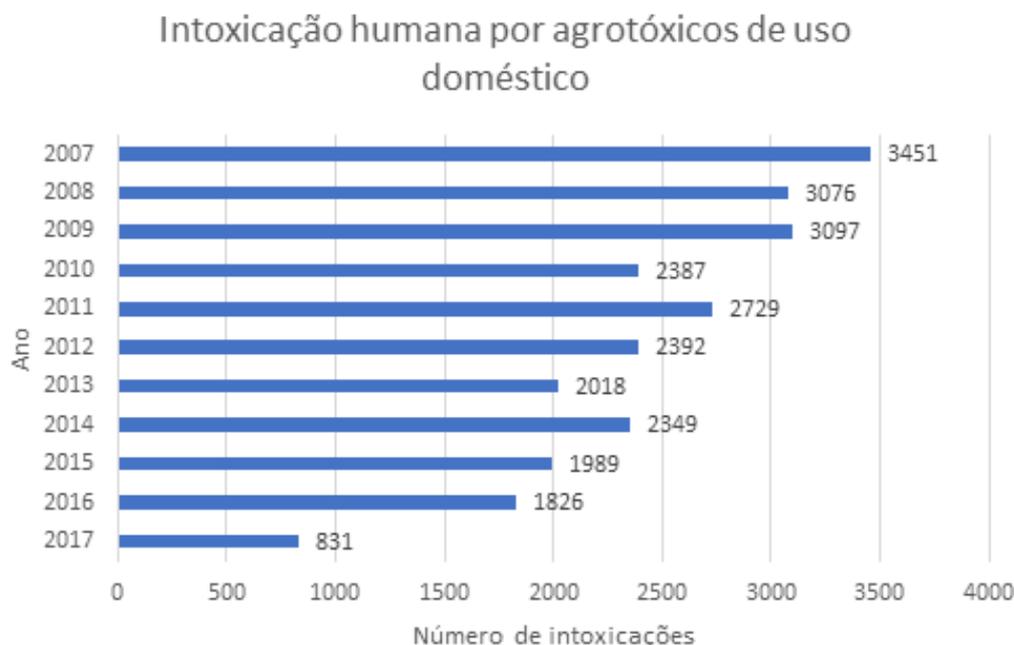


Gráfico 7 - Número de intoxicações por agrotóxicos de uso doméstico entre 2007 e 2017. Fonte: MS/FIOCRUZ/SINITOX, 2020.

Um dos fatores que podem ser considerados, segundo SINITOX, para que os números de notificações não correspondam ao valor real de intoxicações é o fato de, por serem produtos de uso doméstico bem difundidos e utilizados, os sintomas que surgem podem ser confundidos com outros fatores, e as pessoas não os relacionam com os inseticidas domésticos, às vezes, nem procuram ajuda médica. Isso pode ocorrer pela desinformação dos consumidores em relação às informações de segurança do produto, e como consequência, desconhecem os efeitos que podem causar a saúde humana.



Um dos motivos apontados para o grande número de intoxicações por produtos de uso agrícola e doméstico é a desinformação. Então, que tal fazermos alguma coisa sobre isso?

Uma sugestão é a produção de vídeos que esclareçam a população sobre como utilizar, de maneira correta, os produtos domissanitários. Vocês podem pesquisar esses produtos em supermercados, ler os rótulos e repassar as informações nos vídeos, alertando a todos sobre os cuidados. Vocês podem fazer a mesma coisa com os produtos de uso agrícola. Vocês também podem realizar uma entrevista sobre o assunto com um médico, veterinário, engenheiro ou engenheiro agrônomo. Divulguem o vídeo nas redes sociais ou no jornal da cidade. Além do vídeo, vocês podem escrever um artigo e publicar no jornal da cidade e nas redes sociais.

10.3 A contaminação dos alimentos por agrotóxicos

- Você saberia dizer se esses alimentos estão contaminados por agrotóxicos?
- E se estiverem, o que podemos fazer?

Além dos profissionais diretamente ligados à aplicação e manipulação dos pesticidas, toda a população está exposta aos agrotóxicos pela ingestão de alimentos com resíduos destes produtos, muitas vezes, ultrapassando o limite máximo tolerado. Além de serem encontrados em alimentos de origem **vegetal**, os agrotóxicos podem também estar presentes em alimentos de origem **animal**, como leite, ovos e carnes.



Para fins de monitoramento dos níveis de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal, a Anvisa criou, em 2001, o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Esse programa é coordenado pela Anvisa juntamente aos órgãos estaduais e municipais de Vigilância Sanitária.

Em 2011, a Anvisa, por meio deste programa, divulgou um relatório que apresenta a concentração de agrotóxicos em alimentos, cujo resultado avalia que algumas amostras utilizadas na pesquisa apresentam concentrações de resíduos de agrotóxicos acima do permitido, bem como apresentam também agrotóxicos não autorizados para a cultura em questão.

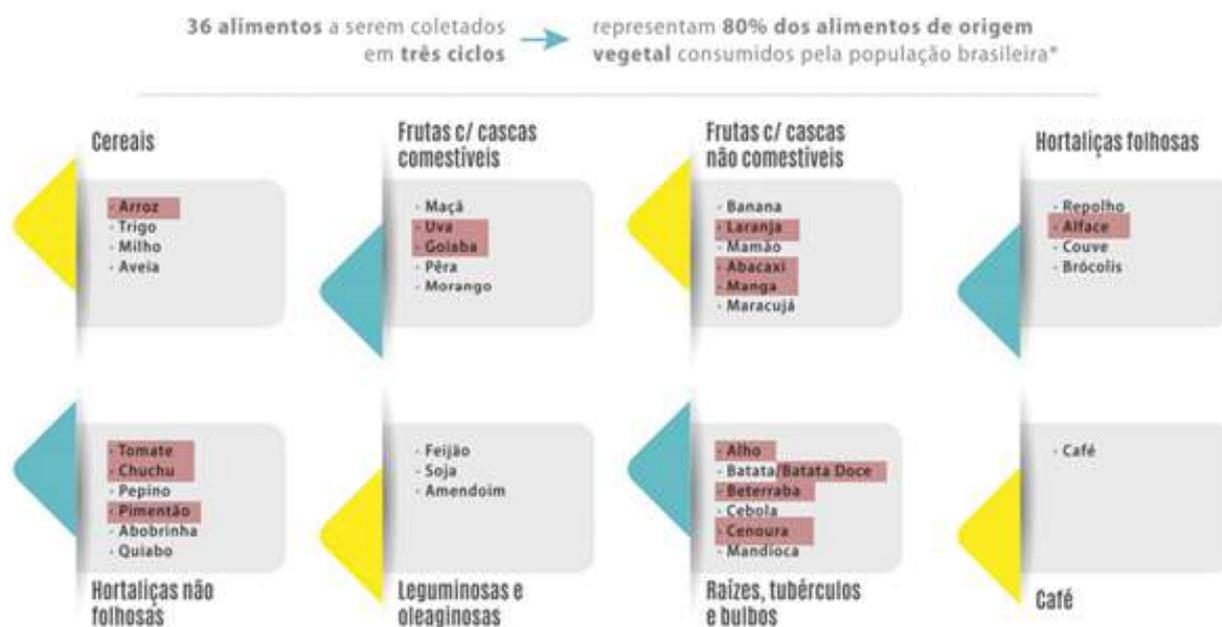
Em 2017, uma nova pesquisa foi realizada pelo PARA e, pela primeira vez, o programa analisou o risco agudo de intoxicação baseado em possíveis irregularidades nas amostras de alimentos. Esse risco agudo é considerado dentro de um período de 24 horas, não avaliando, portanto, possíveis intoxicações em longo prazo.

Amostras de leguminosas, de frutas e de hortaliças foram analisadas, sendo feitas com o alimento em sua totalidade, desde a casca até o seu interior. O resultado do relatório conclui que 99% das amostras não apresentam resíduos de agrotóxicos. Contudo, o relatório indica algumas irregularidades e que estão associadas, principalmente, ao manejo incorreto do agrotóxico pelo agricultor e também uso excessivo do agroquímico. Os últimos dados do PARA são do ciclo 2017-2018, e nesse período a Anvisa, juntamente com a Vigilância

Você pode ter acesso ao relatório completo do PARA 2017/2018 acessando o link http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+%E2%80%93+PARA+2017-2018_Final.pdf/e1d0c988-1e69-4054-9a31-70355109acc9. Acesso em: 26 ago. 2020.

Sanitária dos Estados, analisaram 4.616 amostras de 14 alimentos de origem vegetal representativos da dieta da população brasileira: abacaxi, alface, alho, arroz, batata-doce, beterraba, cenoura, chuchu, goiaba, laranja, manga, pimentão, tomate e uva.

A figura 106 mostra os alimentos a serem analisados no plano plurianual que ocorre em três ciclos 2017/2020 e, em destaque, os alimentos analisados no primeiro ciclo (2017/2018).



*Segundo a Pesquisa de Orçamento Familiar do IBGE 2008/2009.

Figura 106 - Alimentos analisados pelo PARA no primeiro período do ciclo plurianual - 2017/2018. Fonte: Anvisa, 2019.

As amostras foram coletadas em estabelecimentos varejistas localizados em 77 municípios brasileiros, exceto no Estado do Paraná, que optou por não fazer parte do Programa a partir do ano de 2016. Foram pesquisados até 270 agrotóxicos diferentes nas amostras analisadas.

CICLO 2017-2018



Figura 107 - Dados analisados pelo PARA no período de 2017-2018. Fonte: Anvisa, 2019.

Segundo o relatório do PARA (2017-2018), do total de amostras analisadas, 3.544 (77%) foram consideradas satisfatórias quanto aos agrotóxicos pesquisados, sendo que em 2.254 (49%) não foram detectados resíduos, e 1.290 (28%) apresentaram resíduos com concentrações iguais ou inferiores ao Limite Máximo de Resíduos (LMR) estabelecido pela Anvisa.

Foram consideradas insatisfatórias 1.072 amostras (23%) em relação à conformidade com o LMR. Entre as amostras, consideradas insatisfatórias, foram encontrados três tipos de irregularidades:

a) Amostra contendo ingrediente ativo em concentração acima do LMR estabelecido pela Anvisa. Um total de 105 amostras (2,27% das 4.616 amostras analisadas) apresentou LMR maior que o estabelecido.

b) Amostra contendo ingrediente ativo não permitido para a cultura (NPC), isto é, ingrediente ativo que não possui LMR estabelecido para o alimento analisado, de acordo com a “Relação das monografias dos ingredientes ativos de agrotóxicos, domissanitários e preservantes de madeira”, conforme Resolução-RE nº 165, de 29 de agosto de 2003; um total de 798 amostras (17,3% das 4.616 amostras analisadas) apresentou resíduos de agrotóxicos não permitidos para a cultura (NPC).

c) Amostra contendo ingrediente ativo proibido, ou seja, ingrediente ativo banido ou que ainda não foi permitido para uso no Brasil. Um total de 24 amostras (0,52% das 4.616 amostras analisadas) apresentou princípios ativos proibidos no Brasil.

Figura 108 - Principais resultados obtidos na análise do PARA 2017-2018. Fonte: Anvisa, 2019.



Considerando-se os resultados obtidos no ciclo 2017/2018, foi realizada a avaliação do risco agudo para todos os resíduos detectados de agrotóxicos que

possuem Dose de Referência Aguda (DRfA) estabelecida, utilizando o parâmetro de segurança toxicológica aguda. Mediante as condições assumidas, fontes de dados e metodologia utilizada, os resultados da referida avaliação indicaram que 0,89% das amostras analisadas representam um potencial de risco agudo à saúde.



Das amostras analisadas, 17,3% apresentaram agrotóxicos que não são permitidos para aquela cultura (mas que são permitidos no Brasil) e 0,52% apresentaram agrotóxicos não permitidos no Brasil. O que o Governo e nós, como cidadãos, podemos fazer para impedir que essas infrações ocorram?

Considera-se risco agudo o consumo de uma grande porção de um alimento específico, em um curto período de tempo (exposição em 24 horas), em uma refeição ou ao longo do dia, com potencial de causar danos à saúde em função da presença de resíduos de agrotóxicos. Ainda, segundo a pesquisa, simulações sobre o consumo ao longo da vida não apontam para um risco de longo prazo (risco crônico), mesmo se considerarmos um consumidor hipotético que come todos estes alimentos todos os dias. Na tabela abaixo é apresentado o número de amostras e os alimentos que apresentaram potencial de risco agudo, assim como quais agrotóxicos foram detectados resíduos.

Tabela 2 - Distribuição dos resultados da caracterização do risco, considerando-se as exposições superiores a 100% da DRfA				
Alimento	Nº de amostras monitoradas 2017-2018	Nº de amostras com potencial de risco agudo	Nº de amostras relacionadas aos agrotóxicos (DRfA)	Período 2017-2018
Abacaxi	347	1	01 Etefon	0,29%
Alface	286	0	0	-
Alho	365	0	0	-
Arroz	329	0	0	-
Batata-doce	315	1	01 Carbofurano	0,32%
Beterraba	357	0	0	-
Ceboura	353	0	0	-
Chuchu	288	0	0	-
Goiaba	283	8	08 Carbofurano	2,83%
Laranja	382	27	26 Carbofurano 01 Metidationa	7,07%
Manga	350	0	0	-
Tomate	316	0	0	-
Pimentão	326	0	0	-
Uva	319	4	02 Carbofurano 02 Formetanato	1,25%
TOTAL	4.616	41	04	0,89%

Para evitar possível ingestão de alimentos que apresentam resíduos de agrotóxicos, a Anvisa, assim como outros órgãos, recomenda certos cuidados, descritos na figura 109.

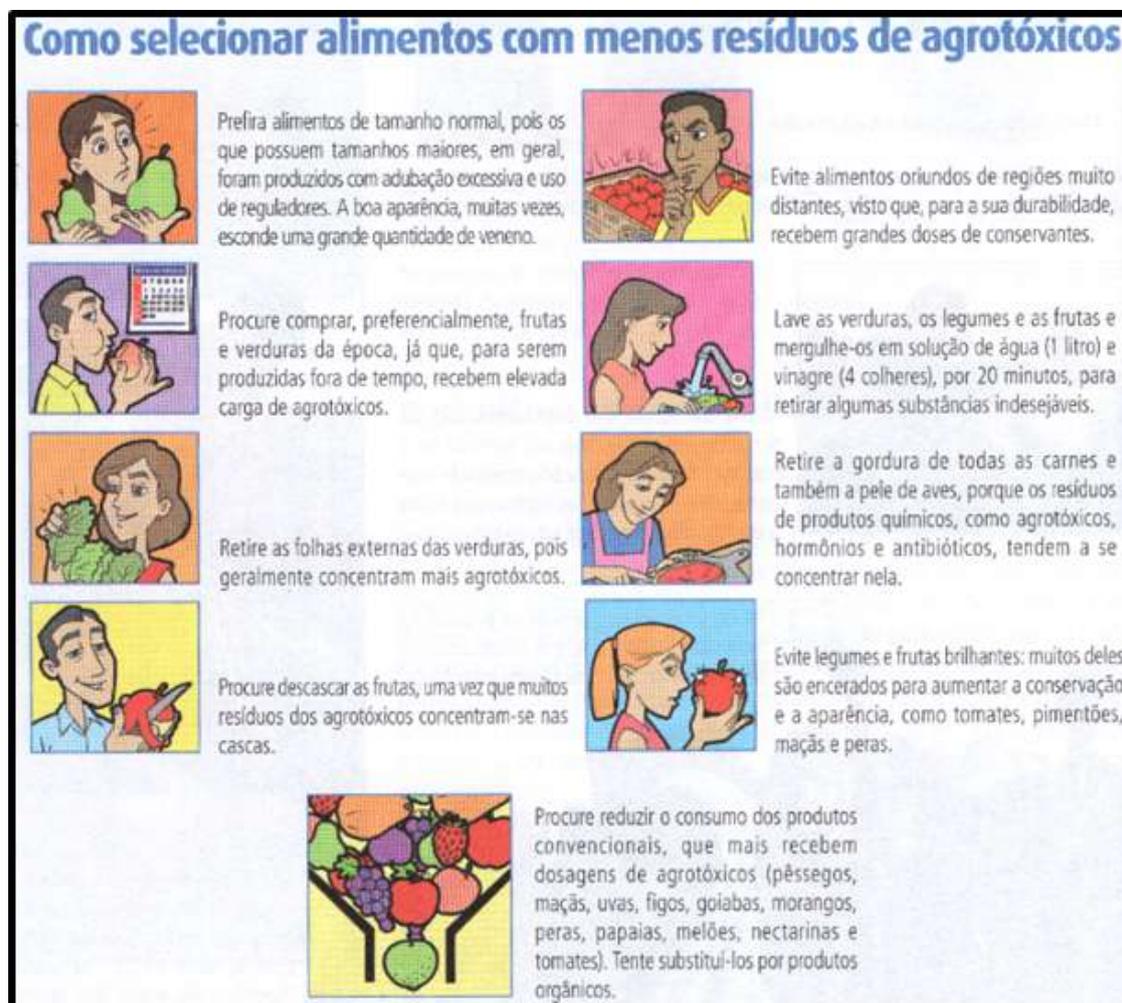


Figura 109 - Dicas de como selecionar alimentos com menos resíduos de agrotóxicos. Fonte: SANTOS, Wildson Luiz Pereira (coord.). 3ª ed. São Paulo: Editora AJS, 2016.

A Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO), considerando evidências científicas, também propõe ações concretas, viáveis e urgentes voltadas para o enfrentamento da questão do agrotóxico como um problema de saúde pública. Algumas das ações propostas são:

- Priorizar a implantação de uma Política Nacional de Agroecologia em detrimento do financiamento público do agronegócio.
- Impulsionar debates internacionais e o enfrentamento da concentração e oligopolização do sistema alimentar mundial, com vistas a estabelecer normas e regras que disciplinem a atuação das corporações transnacionais e dos grandes agentes presentes nas cadeias agroalimentares.
- Fomentar e apoiar a produção de conhecimento e a formação técnica/científica

sobre a questão dos agrotóxicos em suas diversas dimensões, enfrentando os desafios teóricos-metodológicos, facilitando a interdisciplinaridade, a ecologia dos saberes e a articulação entre os grupos de pesquisa e com a sociedade; e garantir a adequada abordagem do tema nos diferentes níveis e áreas disciplinares do sistema educacional.

- Banir os agrotóxicos já proibidos em outros países e que apresentam graves riscos à saúde humana e ao ambiente, prosseguindo para a reconversão tecnológica a uma agricultura livre de agrotóxicos, transgênicos e fertilizantes químicos.
- Proibir a pulverização aérea de agrotóxicos, tendo em vista a grande e acelerada expansão dessa forma de aplicação de venenos, especialmente, em áreas de monocultivos, expondo territórios e populações a doses cada vez maiores de contaminantes com produtos tóxicos, o que gera agravos à saúde humana e aos ecossistemas.



Vários artistas e jornalistas já publicaram diversas imagens e tirinhas relacionando a alimentação aos agrotóxicos. Veja algumas dessas.



Disponível em: <https://contraosagrototoxicos.org/rio20-dossie-mostrara-impacto-dos-agrototoxicos-na-saude-das-pessoas-e-dos-ecossistemas1/>. Acesso em 19 ago. 2020.

Disponível em: <https://tirasarmandinho.tumblr.com>. Acesso em: 19 ago. 2020.





Disponível em: www.arionaurocartuns.com.br. Acesso em: 19 ago. 2020.

- 1) Qual a mensagem de cada uma dessas imagens quer transmitir? Você concorda?
- 2) Como cidadãos participativos, que ações podemos realizar para diminuir a contaminação de alimentos por agrotóxicos?
- 3) Além da alimentação, quais as outras maneiras que podem proporcionar intoxicações por agrotóxicos?
- 4) Qual o papel da Sociedade, da Ciência e da Tecnologia no que tange a utilização dos agrotóxicos e as maneiras de minimizar as consequências decorrentes desse uso?



POSICIONAMENTO DO INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA ACERCA DOS AGROTÓXICOS

O modelo de cultivo com o intensivo uso de agrotóxicos gera grandes malefícios, como poluição ambiental e intoxicação de trabalhadores e da população em geral. As intoxicações agudas por agrotóxicos são as mais conhecidas e afetam, principalmente, as pessoas expostas em seu ambiente de trabalho (exposição ocupacional). São caracterizadas por efeitos como irritação da pele e olhos, coceira, cólicas, vômitos, diarreias, espasmos, dificuldades respiratórias, convulsões e morte. Já as intoxicações crônicas podem afetar toda a população, pois são decorrentes da exposição múltipla aos agrotóxicos, isto é, da presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos e no ambiente, geralmente, em doses baixas. Os efeitos adversos decorrentes da exposição crônica aos agrotóxicos podem aparecer muito tempo após a exposição, dificultando a correlação com o agente. Entre os efeitos associados à exposição crônica aos ingredientes ativos de agrotóxicos podem ser citados: infertilidade, impotência, abortos, malformações, neurotoxicidade, desregulação hormonal, efeitos sobre o sistema imunológico e câncer. Os últimos resultados do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA) da Anvisa revelaram amostras com resíduos de agrotóxicos em quantidades acima do limite máximo permitido e com a presença de substâncias químicas não autorizadas para o alimento pesquisado [...]. Vale ressaltar que a presença de resíduos de agrotóxicos não ocorre apenas em alimentos in natura, mas também em muitos produtos alimentícios processados pela indústria, como biscoitos, salgadinhos, pães, cereais matinais, lasanhas, pizzas e outros que têm como ingredientes o trigo, o milho e a soja, por exemplo. Ainda podem estar presentes nas carnes e leites de animais, que se alimentam de ração com traços de agrotóxicos, em

decorrência do processo de bioacumulação. Portanto, a preocupação com os agrotóxicos não pode significar a redução do consumo de frutas, de legumes e de verduras, que são alimentos fundamentais em uma alimentação saudável e de grande importância na prevenção do câncer. O foco essencial está no combate ao uso dos agrotóxicos, que contamina todas as fontes de recursos vitais, incluindo alimentos, solos, águas, leite materno e ar.

Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer (Inca). Posicionamento sobre os agrotóxicos. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//posicionamento-do-inca-sobre-os-agrotoxicos-06-abr-15.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

- a. Segundo o texto, profissionais como os agricultores podem ter a saúde prejudicada pelo uso dos agrotóxicos? Em caso positivo, como isso poderia ser evitado?
- b. Em sua opinião, o uso de agrotóxicos em quantidades acima do limite máximo permitido e de substâncias não autorizadas é um procedimento ético? Justifique.
- c. O consumo de alimentos industrializados evita a ingestão de agrotóxicos? Justifique.



ESTUDO DE CASO

Esta semana, nas proximidades do município de Cruz das Almas, Bahia, na comunidade rural de Sapezinho do Bom Gosto, João Batista, após sair da sua plantação no quintal da casa, sentiu-se mal. João Batista foi encontrado desmaiado pela sua esposa, Maria, e pelo seu filho mais novo, Felipe. Maria percebeu que, ao lado do seu marido, havia embalagens de veneno que de vez em quando ele utilizava na plantação - o glifosato Roundup. Após passar dois meses em coma, o agricultor apresentou problemas associados à fala e à locomoção, impossibilitando-o de trabalhar na plantação. Segundo Felipe, seu pai desmatou uma grande área de terra onde planta somente laranja e a cada ano vê o solo ficando mais pobre e precisando de adubos e agrotóxicos. Maria, que se vê em uma situação difícil, uma vez que não sabe como vai trabalhar sozinha na plantação, desabafa:

Maria: João vinha comprando os produtos na mão do vendedor desde 1990, porque se não comprasse não ganharia o dinheiro que o Governo empresta para seguir com a lavoura e em troca ele ainda ganhava as sementes; além disso, os meninos ainda eram pequenos e não podiam ajudar João. Tem o Felipe, mas ele quer estudar na cidade.

Felipe: Meu pai aplicava o remédio sozinho. Não queria deixar de usar ele, porque conseguia dar conta da tarefa em pouco tempo. Além disso, não tem mais pessoas para fazer esse tipo de trabalho aqui na roça; os jovens estão indo procurar outras formas de viver na cidade.

Maria: O homem do campo não tem mais valor. O trator e o remédio substituem nosso trabalho em dois tempos. Eu não sei o que fazer para continuar alimentando meus filhos. Cuidar da plantação é o único meio que a gente tinha para sobreviver.

Felipe: Mãe, o que vai ser de você e do meu irmão? Temos que voltar a produzir como antes, sem o veneno. Mas, não se preocupa, estou entrando na faculdade e espero voltar com a solução para acabar com o uso desse tal de agrotóxico e saber porque eles são tão presentes hoje na agricultura.

Ao entrar em um curso de Agroecologia, Felipe começa a buscar informações e decide montar um grupo de estudos na associação da comunidade para compreender melhor o assunto juntamente com os moradores locais, bem como os jovens da escola. E as primeiras perguntas a serem levantadas foram: que fatores têm contribuído para o uso intensivo de agrotóxicos? Existem formas alternativas de combater pragas e doenças? O que podemos fazer para eliminar os agrotóxicos das plantações?

Reunam-se em equipes, discutam as questões propostas abaixo e, depois, comentem as respostas e justificativas com o restante da turma.

1. Qual das situações apresentadas no caso lhe chamou mais a atenção? Você já presenciou situações como essa?
2. Quais as razões para que agricultores como João Batista utilizem com frequência estes agrotóxicos?
3. Quais são os possíveis benefícios e malefícios trazidos pelo uso do agrotóxico (para os diferentes atores sociais, outros animais e o ambiente, em geral)? Os benefícios superam os malefícios?
4. Qual é a classificação toxicológica do Roundup utilizado por João Batista e quais prejuízos esse pode causar para a saúde humana, a água e o solo?
5. Felipe, entrando na faculdade conseguirá resolver o problema do seu pai João?
6. Se você fosse vizinho de João Batista, continuaria a aplicar os agrotóxicos? Por quê?
7. No seu Estado ou município existem políticas públicas sobre uso de agrotóxicos?
8. Você concorda com a ideia de que o uso de agrotóxicos é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade?
9. O uso de EPI poderia reduzir os prejuízos à saúde de João Batista? Quais EPI ele deveria utilizar?
10. Há diferentes modos de exposição aos agrotóxicos? Quais são?
11. Você considera o uso indiscriminado de produtos, que fazem mal ao ser

humano, na produção de alimentos um problema moral?

12. Como os agrotóxicos podem interferir na cadeia alimentar? Cite exemplos de como isso pode ocorrer
13. Quais as vantagens e desvantagens do cultivo sem agrotóxicos?
14. O que sua equipe poderia fazer para ajudar famílias como a de Joao Batista para a redução ou a eliminação do uso de agrotóxicos em seu trabalho?
15. Quando Maria menciona “remédios”, ela se refere a um sinônimo de agrotóxico. Que outros sinônimos existem para esse termo e quais os seus diferentes significados?
16. O que significa o valor do homem do campo, segundo Maria? Poderíamos considerar o valor como sinônimo de valor econômico? Ou há valores não econômicos, como valores intrínsecos (por ex. da dignidade humana, dos outros animais, etc.), social, cultural?
17. Que ações cotidianas de sua equipe podem agravar ou melhorar situações como a da família de Joao e Maria?
18. Se o uso de agrotóxicos já é consagrado na história da agricultura brasileira, essa é uma razão suficiente para a continuidade de seu uso?
19. O que pode ser feito para a redução e a eliminação do uso destes produtos?
20. O que você e seus colegas podem fazer para mostrar para a sua família, sua comunidade e colegas da escola sobre os perigos do uso de agrotóxicos e seus desdobramentos socioambientais e ideológicos na sociedade e no meio ambiente?
21. Quais as principais controvérsias relacionadas à substituição do modelo de produção baseado no uso intensivo de agrotóxicos pelo modelo da agroecologia?



Agrotóxicos no Brasil: Impactos na saúde e no meio ambiente

I. (vídeo 6:22 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Rqq2IM25Fp8&t=26s>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Uso abusivo de agrotóxicos: ameaça à saúde e ao meio ambiente:

Globo Rural - Uso de agrotóxicos oferece riscos à saúde e ao meio ambiente, alerta pesquisa (vídeo 9:58 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ukgkopXUHnQ>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Nuvens de veneno (vídeo 22:34 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=v2eUR5EyX9w>. Acesso em: 25 ago. 2020.

CAPÍTULO 11

Os agrotóxicos e o meio ambiente

- Será que a agricultura sobrevive sem a utilização de agrotóxicos?
- Quais os impactos sua utilização causa no meio ambiente?

A agricultura, apesar de ser uma atividade indispensável para a produção de alimentos para a população mundial e da tecnologia dessa área ter avançado muito nos últimos anos, ainda é responsável por várias consequências negativas ao meio ambiente. Muitas dessas consequências, como desertificação, empobrecimento do solo, contaminação por POPs e erosões, só são percebidas em longo prazo. Na notícia abaixo se verifica a questão da contaminação do ambiente por DDT, pesticida muito utilizado nas décadas de 1960 e 1970, e que ainda hoje contamina vários ambientes.



Fonte: BECK, Alexandre. Disponível em: <https://tirasarmandinho.tumblr.com/archive>. Acesso em: 10 ago. 2020.



Agrotóxicos ameaçam colônias de aves na Antártica

*Por Peter Moon

Os poluentes orgânicos são persistentes no meio ambiente, têm ação cancerígena, além de causar disfunção hormonal e problemas reprodutivos nas aves.

Pesquisadores confirmaram a presença de contaminantes orgânicos no sangue de petréis-gigantes do Sul de diversas colônias na Península Antártica. Estudos de carcaças e outros tecidos já tinham dado sinais da contaminação, agora confirmados a partir de amostras de sangue em que foi detectada a presença



Foto: Liam Quinn/Creative Commons/Flickr/

de diversas substâncias nocivas, entre as quais o DDT, pesticida banido nos Estados Unidos em 1972, quando se constatou que seu uso ameaçava a sobrevivência de diversas espécies de aves de rapina.

O petrel-gigante-do-sul (*Macronectes giganteus*) é um animal magnífico e um importante predador de topo no Atlântico Sul e Oceano Austral. Com envergadura de asas de cerca de 2 metros, é uma das maiores aves voadoras do planeta, menor apenas que o albatroz e o condor.

São também longevos. Petréis-gigantes podem viver mais de 50 anos. Passam a vida nos céus dos mares do Sul do planeta, à procura de comida. [...]

A pesquisa sobre a contaminação das aves foi realizada pela bióloga Fernanda Imperatrice Colabuono, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP). Ela estudou os animais das colônias de petréis-gigantes das ilhas Elefante e Livingston, no arquipélago das Shetland do Sul, na Península Antártica, [...].

Nos verões antárticos de 2011/2012 e 2012/2013, Colabuono coletou amostras de sangue de 113 indivíduos e constatou a presença de contaminantes orgânicos como bifenilos policlorados (PCBs), hexaclorobenzeno (HCB), pentaclorobenzeno (PeCB), diclorodifeniltricloroetano (DDTs) e derivados, o pesticida clordano (banido nos Estados Unidos em 1988) e o formicida Mirex (banido nos Estados Unidos em 1978 e recentemente no Brasil).

Segundo Colabuono, todos esses poluentes orgânicos são persistentes no meio ambiente, têm ação cancerígena, causam disfunção hormonal e problemas reprodutivos. Os resultados foram publicados em um artigo divulgado pela revista *Environmental Pollution*. [...]

Cadeia de contaminação

O DDT é transportado pelo ar e pela chuva e uma vez em rios e lagos, se acumula na cadeia alimentar. Os insetos contaminados são comidos por peixes e estes por outros predadores. Em cada patamar da cadeia alimentar o nível de acúmulo de DDT nos tecidos aumenta.

Seus efeitos nocivos se tornam mais visíveis quando se atinge o ápice da cadeia, nos predadores de topo. O petrel-gigante é um desses. Ele se alimenta de peixes, lulas e até de carcaças de outras aves, ou seja, no trajeto de uma longa vida, ao comer centenas de quilos de peixes contaminados, a quantidade de contaminantes nos tecidos do petrel sempre aumenta. [...]

Foi quando se descobriu o papel do DDT naquela tragédia. Ao se acumular no

corpo das fêmeas adultas, o DDT era repassado à casca de seus ovos, que se tornavam finas e frágeis, partindo com grande frequência. A reprodução da espécie estava ameaçada. Em 1972, a produção, comercialização e o uso do DDT foram banidos nos Estados Unidos. Com o tempo, as populações de falcões e condores começaram a se recuperar.

O Brasil é, atualmente, o maior consumidor mundial de agrotóxicos. O uso do DDT foi proibido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) apenas em 2009 – mas, como esse persiste no meio ambiente, sua presença ainda é detectada nos tecidos de animais como o petrel. A preocupação de Colabuono em acompanhar a vida de seus petréis-gigantes tem fundamento.

Jornal da USP. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/agrotoxicos-ameacam-colonias-de-aves-da-antartica/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

11.1 Consequências à Biodiversidade

O ideal seria que os pesticidas só fossem tóxicos aos insetos, principalmente, aos nocivos (pragas-alvo)! Infelizmente, isso não acontece. Pelo menos até hoje, não se conseguiu produzir um composto que fosse altamente eficiente na destruição de pragas, mas completamente inofensivo aos outros seres vivos.

E o que é pior: os inseticidas destroem também os inimigos das pragas, que, portanto, são nossos amigos... Os agrotóxicos destroem sem distinção vários tipos de insetos, até mesmo aqueles que se alimentam de pragas nocivas, como o louva-a-deus, as vespas e a joaninha. Eles matam também outros insetos como as abelhas e as borboletas, responsáveis pela polinização. A destruição de insetos, que são inimigos naturais, também pode levar a consequente aparição de novas pragas.

O uso prolongado de inseticidas favorece as linhagens que resistem naturalmente a seus efeitos. Com isso, as populações de insetos passam a ser formadas por grande número de indivíduos resistentes. Essa resistência leva os pesquisadores a buscarem produtos com maior seletividade. No entanto, também fazem com que os agricultores realizem uma mistura de agrotóxicos, na hora da aplicação, procurando maior efetividade. Essa mistura pode ser perigosa, pois ainda não se sabe qual a interação existente entre vários produtos ao mesmo tempo.

Dos compostos usados, em grande escala, encontram-se, inicialmente, os organofosforados, carbamatos, piretroides e toda uma série de derivados de triazinas, entre outros. Embora o controle químico de pragas tenha reduzido o índice de doenças para homens e animais e incrementado a produção agrícola, agentes químicos podem permanecer ativos no meio ambiente por longos períodos, afetando ecossistemas.

O ar também é contaminado pelo uso dos agrotóxicos, cuja toxicidade pode ameaçar diversas espécies. Nesse sentido, a polinização de abelhas tem sido apontada como um alvo de contaminação pela pulverização aérea de agrotóxicos, causando forte preocupação dos estudiosos na área, uma vez que as abelhas são essenciais na produção de alimentos, além de cumprir o importante papel de manter o equilíbrio ecológico do ecossistema.

O gráfico 8 mostra a porcentagem de agrotóxicos vendidos no ano de 2018, em relação ao potencial de periculosidade ambiental.

Vendas de Agrotóxicos e Afins por Classe de Periculosidade Ambiental - 2018

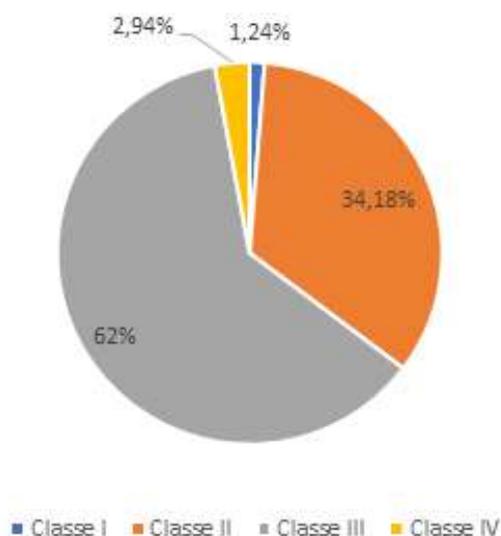


Gráfico 8 - Venda de agrotóxicos e afins por classe de periculosidade ambiental - 2018. Fonte: Relatório de Comercialização de Agrotóxicos - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2019.

Observando o gráfico percebemos que 1/3 dos agrotóxicos comercializados representam muito perigo ao meio ambiente. Isso demonstra os cuidados necessários na utilização desses produtos e a importância de se realizarem pesquisas para que o número de agrotóxicos utilizados na classe IV seja cada vez maior.

As propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, bem como a quantidade e a frequência de uso, métodos de aplicação, características bióticas e abióticas do ambiente e as condições meteorológicas determinarão qual será o destino dos pesticidas no ambiente.

Essas condições variam de acordo com o produto e com fatores relacionados à sua aplicação, por isso não podemos prever um modelo para o comportamento destes pesticidas, nem sua interação com o ambiente. Entretanto, alguns processos são conhecidos e descritos para diferentes produtos, tais como: retenção, transformação e transporte.

Esses processos podem prever como o produto se comportará interagindo

com as partículas do solo e com outros componentes, com sua velocidade de evaporação, solubilidade em água e bioacumulação (figura 110).

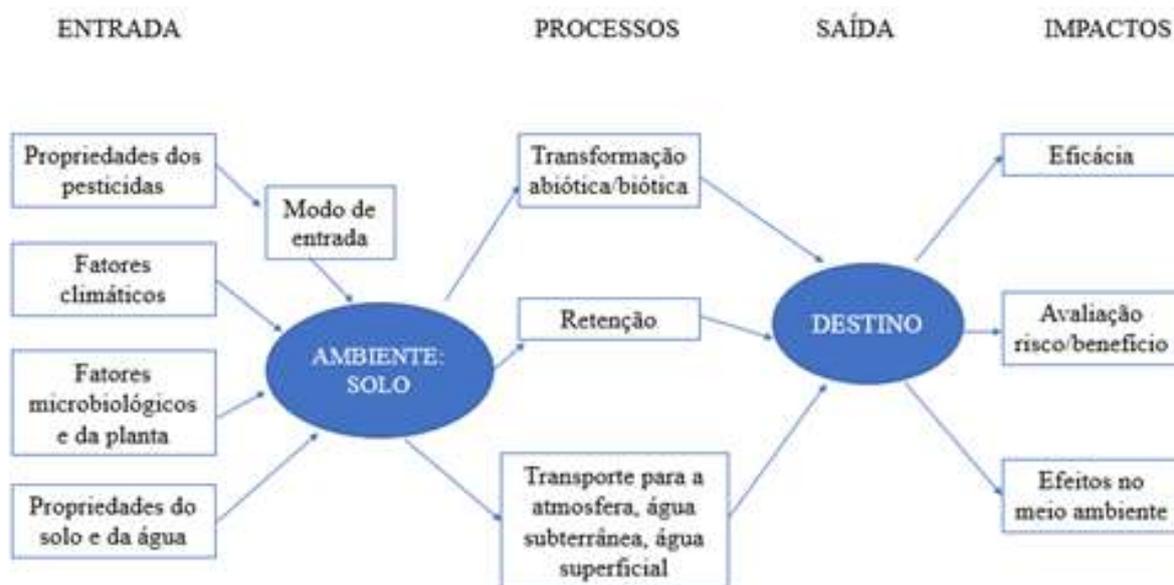


Figura 110 - Modelo conceitual de fatores e processos que governam o destino dos pesticidas no solo e como o destino desses pesticidas afeta sua eficácia e o impacto ambiental. Fonte: RIBAS, Priscila Pauly; MATSUMURA, Aínda Terezinha Santos. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, jul./dez. 2009.

11.2 Contaminação do solo e da água

Os agrotóxicos também causam prejuízos ao meio ambiente, sendo que os maiores prejudicados são os rios, o ar, a água e os solos, causando impactos ambientais relevantes para a manutenção dos ecossistemas. Os agrotóxicos agem no meio ambiente de duas formas: acumulam-se na biota e contaminam água e solo, causando impacto na interação natural entre duas ou mais espécies. Se o uso do produto ocorrer em áreas próximas a nascentes, há um comprometimento da qualidade destas águas, podendo contaminar alimentos, além de torná-las impróprias para consumo humano.

O uso inadequado de agrotóxicos pode ocasionar perdas indesejadas que podem promover a contaminação de alimentos, do ar, dos recursos hídricos, do solo e efeitos negativos à saúde do ser humano e dos animais, além de maior desperdício de produtos e potencial de danos às culturas adjacentes vizinhas.

Os processos de retenção e transporte dos pesticidas no meio ambiente estão relacionados com as propriedades físico-químicas dos produtos, quantidade e frequência de aplicação, métodos de aplicação, características bióticas e abióticas do ambiente e condições ambientais. Em função desses fatores, cada produto químico se comporta de maneira diferente no meio ambiente, dependendo de suas interações com o meio e isso requer uma metodologia de aplicação específica para cada um.

NORTON

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA sob nº 11409

COMPOSIÇÃO:

• Sal trietanolamina de (2,4-dichlorophenoxy) acetic acid (2,4-D).....	402,0 g/L (40,2% m/v)
• Equivalente acid de 2,4-D.....	240,0 g/L (24,0% m/v)
• Sal de trietanolamina de 4-amino-3,5,6-trichloropyridine-2-carboxylic acid. (PICLORAM).....	103,5 g/L (10,35% m/v)
• Equivalente ácido de Picloram.....	64,0 g/L (6,4 % m/v)
• Outros Ingredientes.....	864,0 g/L (86,4 % m/v)

GRUPO	O	HERBICIDA
GRUPO	O	HERBICIDA

Indústria Brasileira (Disponível este termo quando houver processo industrial no Brasil, conforme previsto no Art. 4º do Decreto Nº 7212, de 15 de junho de 2010)

CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA I - EXTREMAMENTE TÓXICO
CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE PERICULOSIDADE AMBIENTAL II - PRODUTO MUITO PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE



APLICAÇÃO TERRESTRE
Indicado para Cultura de Arroz e Pastagem
 O herbicida **NORTON** é aplicado com equipamento de pulverização tratorizado com barra, pulverizando a caída sobre a folhagem das plantas daninhas de maneira uniforme em toda a área.
 Para a aplicação do produto utilize uma tecnologia de aplicação que ofereça uma boa cobertura. O equipamento de pulverização deverá ser adequado para cada tipo de cultura, forma de cultivo

APLICAÇÃO AÉREA
Indicado somente para Cultura de Pastagem
 Utilizar aeronave agrícola registrada pelo MAPA e homologada para operações aero agrícolas pela ANAC.
 A altura de voo não deve ultrapassar 4,0 m, para evitar problemas com deriva, a altura ideal é de 2 a 3 m acima do alvo, desde que garanta a segurança do voo. Deve-se utilizar gotas de classe Fina – F ou Média – M.

CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA APLICAÇÃO TERRESTRE E AÉREA:
 As condições climáticas mais favoráveis para pulverização utilizando equipamentos adequados são:

- Umidade relativa do ar: mínimo 50%; máximo 95%;
- Velocidade do vento: mínimo - 2 km/hora; máximo – 6 km/hora;
- Temperatura: entre 20 a 30°C ideal.

Figura 111 - Bula (com adaptações) do Norton destacando o modo de aplicação. Fonte: Os autores, 2020.

Outro fator que devemos levar em consideração é que o Fipronil pode causar a morte de abelhas, o que também é levado em consideração em relação à metodologia de aplicação do produto. Tanto a volatilização (relacionada à pressão de vapor do produto), quanto à deriva física (movimento das partículas pela ação do vento), são o principal fator de transporte de resíduos de pesticidas.

Quanto maior a temperatura do ambiente, mais fácil é de o produto evaporar, por isso se tem o cuidado com os horários e a temperatura de aplicação dos produtos.

A velocidade do vento pode arrastar as partículas para outros ambientes, então essa condição ambiental também deve ser observada. Nas aplicações, que não seguem essas regras, pode

As informações quanto ao modo de aplicação são obrigatórias nos rótulos dos produtos. Veja os exemplos dos rótulos do Norton (2,4-D e Picloran) na figura 111 e o rótulo no Fipronil na figura 112.

O Norton pode ser aplicado via terrestre e aérea, seguindo as recomendações de umidade, temperatura e velocidade do vento. Já o Fipronil só pode ser aplicado via terrestre. Os dois possuem a mesma classificação do potencial de periculosidade ambiental (II – produto muito perigoso ao meio ambiente).

Considerando apenas a pressão de vapor do princípio ativo principal dos produtos, constata-se que o Fipronil possui maior pressão de vapor que o 2,4-D (principal princípio ativo do Norton), o que pressupõe que o Fipronil possui maior poder de volatilização que o Norton.

Figura 112 - Bula (com adaptações) do Fipronil destacando o modo de aplicação. Fonte: Os autores, 2020.

FIPRONIL NORTOX

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA sob nº 0217

COMPOSIÇÃO:

• (RS)-5-amino-1-(2,6-dichloro- α , α -trifluoro- p -tolyl)-4-trifluoro mthylsulfinylpyrazole-3-carbonitrile (FIPRONIL).....	250,0 g/L (25,00% m/v)
• Outros Ingredientes.....	857,8 g/L (85,78% m/v)

GRUPO	2B	INSETICIDA
-------	----	------------

CONTEÚDO: VIDE RÓTULO
 CLASSE: Inseticida e cupinicida de contato e ingestão do grupo químico Pirazol.
 TIPO DE FORMULAÇÃO: Suspensão Concentrada - SC

Indústria Brasileira
CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA II – ALTAMENTE TÓXICO
CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE PERICULOSIDADE AMBIENTAL II – MUITO PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA

1.2.1. APLICAÇÃO TERRESTRE:
 O equipamento de pulverização terrestre pode ser costal manual ou tratorizado e deverá ser adequado para cada tipo de cultura, forma de cultivo e a topografia do terreno. Utilizar gotas de classe Média – M ou Grossa - C.

CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA APLICAÇÕES TERRESTRES:
 Temperatura ambiente: igual ou inferior a 27°C; Umidade relativa do ar (UR): acima de 50%;
 Velocidade do vento: 2 a 10 km/hora.
 Aplicar nas horas mais amenas do dia (manhã e fim da tarde).



Figura 113 - Pulverização aérea em região do Ceará.
Fonte: <https://www.renatoroseno.com.br/noticias/entidades-apoio-lei-proibicao-pulverizacao-aerea>.
Acesso em: 28 ago. 2020.

ocorrer de o produto ser levado para outras áreas, deixando o ar exposto e podendo desencadear intoxicação de pessoas e outros organismos vivos que respiram o ar contaminado, danificarem plantações e ecossistemas vizinhos que são suscetíveis a esses produtos e, ainda, contaminarem os recursos hídricos próximos ao local de aplicação.

Alguns municípios já proibiram a utilização de pulverização aérea de agrotóxicos ou determinaram uma área mínima de distância entre a pulverização e a cidade, tentando assim evitar maiores contaminações pela deriva de produtos químicos.

No solo, a preocupação com a contaminação é referente à interferência desses princípios ativos em processos biológicos responsáveis pela oferta de nutrientes, pois esses produtos podem causar a morte de micro-organismos, diminuindo a biodiversidade do solo, ocasionando acidez, entre outros problemas.

Os recursos hídricos também podem ser contaminados pelos agrotóxicos por vários fatores, como: poluição por restos de produtos ou embalagens contaminadas que são jogadas nos rios, deriva física do produto que pode levá-lo para outras regiões, processo de lixiviação, no qual a água carrega os produtos do solo para o lençol freático ou rios próximos, e a chuva logo após a aplicação do produto. Dependendo do princípio ativo do agrotóxico, que contamina os recursos hídricos, e da quantidade, podem causar a morte de micro-organismos e algas.

Estudos desenvolvidos em várias regiões do mundo mostram que a percentagem dos produtos utilizados na agricultura, que atingem o ambiente, principalmente, as fontes hídricas é, geralmente, baixa, sobretudo, por causa do efeito diluidor.

Entretanto, pesticidas persistentes e com grande mobilidade no ambiente têm sido detectados nas águas superficiais e subterrâneas.

O quadro 15 mostra um resumo da dinâmica/destino de agrotóxicos no ambiente:

Quadro 15 - Dinâmica/destino de agrotóxicos no ambiente

PROCESSO	CONSEQUÊNCIA	FATORES
Tranferência (processo que realoca a molécula sem alterar sua estrutura)		
Deriva física	Movimento pela ação do vento	Velocidade do vento, tamanho das gotas
Volatização	Perda por evaporação do solo, da planta ou do ecossistema aquático	Pressão de vapor, velocidade do vento, temperatura
Adsorção	Remoção pela interação com plantas, solo e sedimento	Conteúdo mineral e matéria orgânica, tipo de mineral e umidade
Absorção	Absorção pelas raízes ou ingestão animal	Transporte pela membrana celular, tempo de contato, suscetibilidade
Lixiviação	Translocação lateral e vertical através do solo	Conteúdo de água, macroporos, textura do solo, quantidade de mineral e conteúdos de matéria orgânica
Erosão	Movimento pela ação da água ou do vento	Chuva, velocidade do vento, tamanho das partículas do mineral e da matéria orgânica com moléculas adsorvidas
Degradação (processo que altera a estrutura química)		
Fotoquímica	Quebra da molécula em decorrência da absorção de luz solar	Estrutura química, intensidade e duração da luz solar, exposição
Microbiana	Degradação microbiana	Fatores ambientais (pH, umidade, temperatura), condições de nutrientes, conteúdo de matéria orgânica
Química	Alterações por processos químicos como hidrólise e reações de oxi-redução	Alto ou baixo pH e fatores ambientais
Metabolismo	Transformação química após absorção pelas plantas e animais	Capacidade de ser absorvido, ser metabolizado e interagir com organismos

Fonte: RIBAS, Priscila Pauly; MATSUMURA, Aínda Terezinha Santos. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, jul./dez. 2009.



Existem dois agrotóxicos muito conhecidos, que todos vocês já devem ter ouvido falar: o DDT e o glifosato. Por que são agrotóxicos tão polêmicos? Pesquise notícias sobre esses dois produtos e discuta com seus colegas as informações encontradas.



Que tal realizarmos um Júri Simulado? Os agrotóxicos são produtos bem controversos, possuindo pessoas contra e a favor de sua utilização. Na imagem abaixo são encontradas algumas opções.

Pesticidas são usados para matar pragas que atrapalham o crescimento das culturas, como fungos (fungicidas), insetos (inseticidas) e ervas daninhas (herbicidas)	
DEFENSORES	CONTRA O USO
Aumenta de maneira significativa a produtividade da lavoura	Causa enormes problemas no ambiente e na saúde de quem consome os alimentos
Agricultores devem seguir instruções de uso e usar equipamento de proteção adequado	Alta toxicidade causa problemas de saúde para quem aplica
Pesticidas devem ser usados na quantidade correta, na hora certa e no local adequado. Tecnologias modernas usam GPS e monitoramento para escolher onde aplicar	Se usa um grande excesso de pesticidas aplicados de maneira indiscriminada Boa parte é desperdiçada e não atinge onde deveria, contaminando o solo
Fonte: SBQ, 2018.	

Vamos montar um júri no qual haverá um grupo que defende seu uso e outro contra. Após pesquisar, estudar e debater o tema agrotóxicos com o envolvimento de todos os participantes do grupo, é hora de tomar uma posição. Então, através de um júri simulado podemos exercitar a expressão, o raciocínio e desenvolver o senso crítico. Vamos lá!

Para o Júri Simulado vamos precisar das seguintes funções:

- | | |
|--|---|
| a) Juiz: dirige e coordena o andamento do júri e define a pena. | d) Testemunhas: falam a favor ou contra o réu ou ré, de acordo com o que tiver sido combinado, pondo em evidência as contradições e enfatizando os argumentos fundamentais. |
| b) Advogado de acusação: formula as acusações contra o réu ou ré. | e) Corpo de jurados: ouve todo o processo e a seguir vota: Culpado ou Inocente. A quantidade do corpo de jurados deve ser constituída por número ímpar: (3,5 ou 7). |
| c) Advogado de defesa: defende o réu ou ré e responde às acusações formuladas pelo advogado de acusação. | f) Público: dividido em dois grupos, da defesa e da acusação, ajudam seus advogados a prepararem os argumentos para acusação ou defesa. Durante o júri, acompanham em silêncio. |



O veneno está na mesa 2 (1h:10min:01seg). Silvio Tendler. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>. Acesso em: 28 ago. 2020.

CAPÍTULO 12

O que podemos fazer?

- Diante de todas as discussões sobre os agrotóxicos, o que podemos fazer para melhorar essa realidade?
- Que atitudes podemos tomar?
- Como a Ciência e a Tecnologia podem trabalhar para diminuir os impactos dos agrotóxicos na Sociedade e no Meio Ambiente?

Um dos maiores desafios na atualidade é, sem dúvida, produzir alimentos agrícolas suficientes para sustentação humana, sem agredir o meio ambiente, e o mínimo grau de toxicidade química, ou ausência de qualquer tipo de pesticida.

Os ambientalistas defendem uma agricultura biológica, sem a utilização de substâncias orgânicas tóxicas, visto que os seres vivos sofrem uma contaminação de alto ou baixo nível por esses produtos químicos. Por outro lado, vários agricultores (não todos) consideram que o uso de agrotóxicos é importante e indispensável para o aumento da produtividade das áreas destinadas à agricultura, já que os insetos são grandes responsáveis pelas perdas verificadas durante a produção de alimentos. Os pesticidas também são usados na pecuária, em domicílios e em programas de saúde pública.

Em contraste com a agricultura convencional, os sistemas alternativos buscam obter vantagens das interações de ocorrência natural. Os sistemas alternativos dão ênfase ao manejo das relações biológicas, como aquelas entre praga e predadores, e em processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio ao invés do uso de métodos químicos. O objetivo é aumentar e sustentar as interações biológicas nas quais a produção agrícola está baseada, ao invés de reduzir e simplificar essas interações.

Existem várias alternativas que visam eliminar totalmente ou diminuir, significativamente, a utilização de agrotóxicos. Abaixo expomos algumas dessas alternativas.

12.1 Agroecologia

A agroecologia é uma ciência em construção, que fornece os princípios ecológicos básicos para o estudo e tratamento de ecossistemas, tanto produtivos quanto

de preservação dos recursos naturais, e que sejam culturalmente sensíveis, socialmente justos e economicamente viáveis, proporcionando, assim, um agroecossistema sustentável. A abordagem agroecológica da produção busca desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos agroquímicos e energéticos externos.

A agroecologia se configura como uma alternativa à agricultura convencional. Por meio desta prática, a produção no campo é aliada com a preservação dos recursos naturais e ecossistemas em geral, de forma a promover o manejo sustentável com a valorização de sistemas orgânicos de cultivo e do conhecimento tradicional dos trabalhadores rurais.



Figura 114 - Produção de alface e banana no DF de maneira agroecológica. Fonte: AGROemDIA, disponível em: <https://agroemdia.com.br/2018/11/07/oficinas-debatem-futuro-da-agroecologia-e-producao-organica-do-df/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Os preceitos defendidos pela agroecologia contemplam a sociobiodiversidade, permitindo o reconhecimento da identidade sociocultural, o fortalecimento da organização social, a comercialização da produção e a garantia dos direitos dos povos e comunidades tradicionais e dos assentados.

A agroecologia é um importante modelo de desenvolvimento rural, na medida em que busca modificar as formas de produzir alimento, a partir da adoção de sistemas sustentáveis, adotando estratégias ecologicamente equilibradas.

Os princípios básicos da Agroecologia se baseiam em:

1. Conservar e ampliar a biodiversidade dos ecossistemas, tendo em vista o estabelecimento de numerosas interações entre solo, plantas e animais, ampliando a autorregulação do agroecossistema da propriedade.

2. Assegurar as condições de vida do solo que permitam a manutenção de sua fertilidade e o desenvolvimento saudável das plantas, por meio de práticas como:

- cobertura permanente do solo (viva ou mülching);
- adubação verde;
- proteção contra os ventos;
- práticas de conservação do solo (controle da erosão);

- rotação de culturas;
- consorciação de culturas;
- cultivo em faixas, entre outras.

3. Usar espécies ou variedades adaptadas às condições locais de solo e clima, minimizando exigências externas para um bom desenvolvimento da cultura.

4. Assegurar uma produção sustentável das culturas sem utilizar insumos químicos que possam degradar o ambiente, fazendo uso da adubação orgânica, de produtos minerais pouco solúveis (fosfato de rocha, calcário, pó de rocha etc.) e de um manejo fitossanitário que integre as práticas culturais, mecânicas e biológicas para o controle de pragas e doenças.

5. Diversificar as atividades econômicas da propriedade, buscando a integração entre essas para maximizar a utilização dos recursos endógenos e, assim, diminuir a aquisição de insumos externos à propriedade.

6. Favorecer a autogestão da comunidade produtora respeitando sua cultura e estimulando sua dinâmica social.

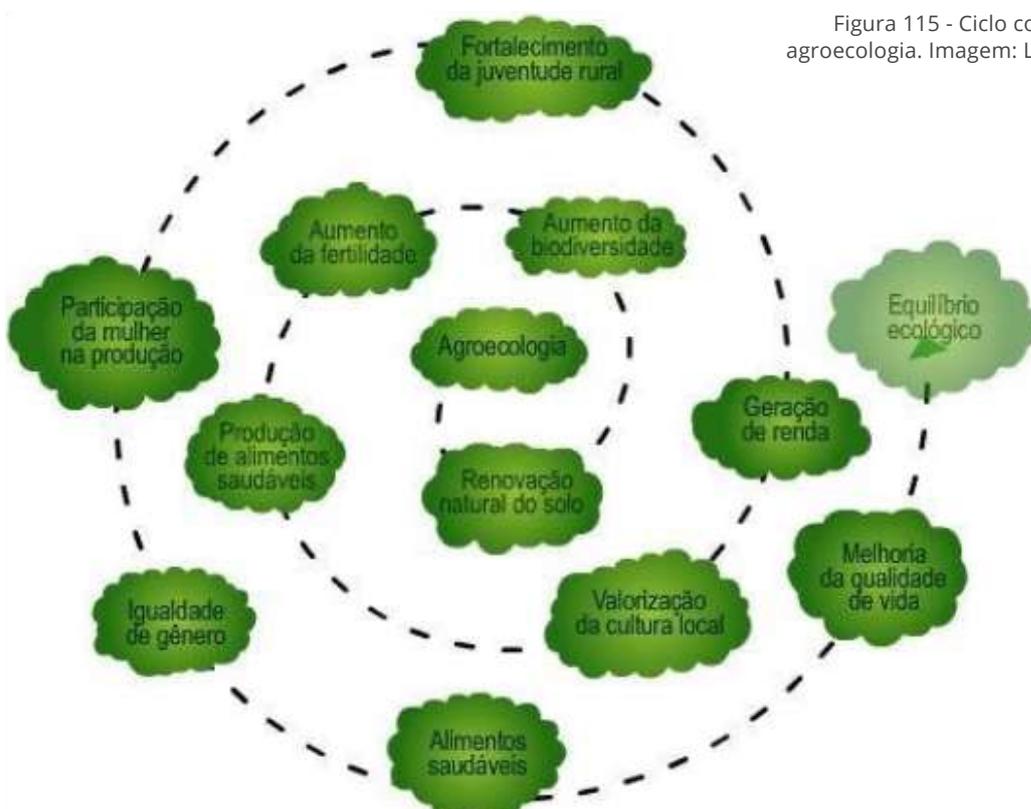


Figura 115 - Ciclo construtivo da agroecologia. Imagem: Livia Cândido Machado

A agroecologia está correlacionada com a agricultura sustentável e possui vários princípios, que também fazem parte da Agricultura Orgânica e do Manejo Integrado de Pragas, todos com o objetivo de produzir de maneira mais sustentável.

12.2 Agricultura orgânica



Se você fosse um dos personagens ao lado, que argumentos você utilizaria para convencer o outro de que a sua atitude é a mais correta?

Fonte: Eneq, 2016.

A lógica do modelo de desenvolvimento, que tem sido adotado, é fundamentada no princípio de que o importante é acumular riqueza, a fim de desfrutar, ao máximo, a curta passagem de uma existência no Planeta. Para isso, muitas indústrias buscam extrair o máximo dos recursos naturais do Planeta, como se esses fossem inesgotáveis. Assim, com o passar do tempo, o processo produtivo deixou de atender em prioridade às necessidades sociais e passou a atender, cada vez mais, às demandas de mercado e à geração de lucro.

Como alternativa a esse modelo se tem adotado a agricultura orgânica. O princípio básico da agricultura orgânica é que o aumento da produtividade agrícola não pode comprometer a saúde e o ambiente. Para isso, essa forma de agricultura utiliza técnicas que visam aproveitar melhor os recursos já disponíveis na propriedade, na qual é realizada, modificando o mínimo possível o ambiente.

Não confunda substância orgânica com produto orgânico. A primeira recebe essa denominação classificatória por apresentar propriedades químicas originárias do átomo de carbono. O segundo é produto originário de práticas sob circunstâncias específicas, sem uso de agrotóxicos, pesticidas, hormônios e outros. Santos; Mol (2016)

Com base nessas ações, a agricultura orgânica busca melhorar a qualidade dos alimentos, sem contaminar produtores e consumidores, respeitando e preservando o ambiente (sem a utilização de agrotóxicos, adubos sintéticos, hormônios e antibióticos). Apesar dessas vantagens, essa forma de agricultura exige mais tempo e trabalho para produção, além de apresentar menor rendimento no tamanho e na quantidade dos produtos, levando a custos mais altos que os da agricultura convencional.

A agricultura orgânica está muito associada à prática da agricultura familiar. Esta corresponde à produção agrícola de pequenos e médios produtores rurais. No Brasil, essa corresponde a cerca de 50% da produção, embora utilize somente 20% das terras produtivas, e concentra-se em alimentos básicos da dieta brasileira, tais como: feijão (67%), milho (49%), mandioca (84%), leite (54%), hortaliças e

Agroecologia e agricultura orgânica não são a mesma coisa. A principal diferença é que a agroecologia promove o resgate de técnicas pré-industriais, que ainda vivem por meio da agricultura familiar, valorizando os conhecimentos culturais daquela comunidade, preocupando-se, também, além da produção, com o aspecto humano e social

durabilidade. Não utilizando agrotóxicos, preserva a qualidade da água usada na irrigação e não polui o solo nem o lençol freático com substâncias químicas tóxicas. Por utilizar sistema de manejo mínimo do solo assegura a estrutura e fertilidade dos solos evitando erosões e degradação, contribuindo para promover e restaurar a rica biodiversidade local.

Por esse conjunto de fatores, a agricultura orgânica viabiliza a sustentabilidade da agricultura familiar e amplia a capacidade dos ecossistemas locais em prestar serviços ambientais a toda a comunidade do entorno, contribuindo para reduzir o aquecimento global.

As práticas da agricultura orgânica,

assim como as demais sob a denominação de biológica, ecológica, biodinâmica, agroecológica e natural, comprometidas com a sustentabilidade local da espécie humana na Terra, implicam em:

- 1. Uso da adubação verde com uso de leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico.
- 2. Adubação orgânica com uso de compostagem da matéria orgânica, que pela fermentação elimina micro-organismos como fungos e bactérias, eventualmente existentes em esterco de origem animal, desde que provenientes da própria região.
- 3. Minhocultura, geradora de húmus com diferentes graus de fertilidade; manejo mínimo e adequado do solo com plantio direto, curvas de níveis e outras para assegurar sua estrutura, fertilidade e porosidade.

pequenos animais. Essa forma de produção tem papel fundamental na existência e na economia de pequenas cidades, sendo responsável por empregos e serviços. A melhoria de renda desse segmento, por meio de sua maior inserção no mercado, tem impacto importante no interior do país e, por consequência, nas grandes metrópoles.

Esse modo de produção assegura o fornecimento de alimentos orgânicos saudáveis, mais saborosos e de maior



Figura 116 - Modelo de horta orgânica. Fonte: <https://nordesteural.com.br/nordeste-e-a-regiao-com-maior-numero-de-produtores-organicos-do-pais/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

- 4. Manejo da vegetação nativa, como cobertura morta, rotação de culturas e cultivos protegidos para controle da luminosidade, temperatura, umidade, pluviosidade e intempéries.
- 5. Uso racional da água de irrigação, seja por gotejamento ou demais técnicas econômicas de água, contextualizadas na realidade local de topografia, clima, variação climática e hábitos culturais de sua população.
- 6. Eliminação do uso de agrotóxicos, adubos químicos, hormônios e antibióticos.



Em sua cidade existem feiras de pequenos produtores? Eles produzem produtos orgânicos? Faça uma pesquisa e verifique essa informação.

A merenda escolar deve ter uma proporção de alimentos vindos da agricultura familiar. Em sua escola, quais alimentos vêm dos agricultores familiares? Eles produzem de maneira orgânica ou utilizam algum tipo de pesticida?

Para saber se um alimento é orgânico, ou seja, originário da agricultura orgânica, é importante verificar, na embalagem do produto, o “selo de qualidade”, que é dado pelas instituições certificadoras, geralmente, ligadas às associações de produtores. Mesmo assim, é importante buscar informações com os vendedores: se conhecem a origem do produto e sabem justificar se, de fato, o produto é orgânico. Quais produtos você encontra nos supermercados perto de sua residência que possuem esse selo?

Você pagaria mais caro por um produto orgânico? Por quê?

Seria interessante se a turma pudesse visitar, de preferência, um grande produtor e um pequeno produtor e investigar que ferramentas eles utilizam para o controle de pragas. Eles fazem o controle de pragas apenas através de agrotóxicos? Ou utilizam outras alternativas? Quais?

É legal convidar um Engenheiro agrônomo para falar sobre as formas alternativas de controle de pragas que são utilizadas no município e quais as vantagens e desvantagens de sua utilização.

12.3 Manejo integrado de Pragas

Manejo Integrado de Pragas (MIP) tem sido bastante eficaz no combate às ameaças fitossanitárias e na promoção da sustentabilidade da produção agrícola. No Brasil, essas ameaças estão cada vez mais presentes nas lavouras. No entanto, combatê-

las e impedir que causem grandes prejuízos é possível.

O MIP é um conjunto de medidas que visa manter as pragas abaixo do nível de dano econômico (NDE). Essas medidas são aplicadas quando a densidade populacional da praga atinge o nível de controle (NC).

Na natureza, um meio ambiente sadio e equilibrado oferece resistência ao surgimento e à proliferação de organismos que causem desequilíbrio populacional das espécies e, conseqüentemente, danos às culturas.

Ao utilizar corretamente as estratégias de manejo é possível manter o equilíbrio do ambiente, preservando os inimigos naturais das pragas e impedindo prejuízos econômicos.

Quando bem empregado, o MIP diminui consideravelmente o uso de defensivos químicos, contribuindo para uma produção agrícola cada vez mais sustentável. Perceba que nessa estratégia não se elimina totalmente a utilização de agrotóxicos, mas as técnicas utilizadas possibilitam a redução significativa de sua utilização.

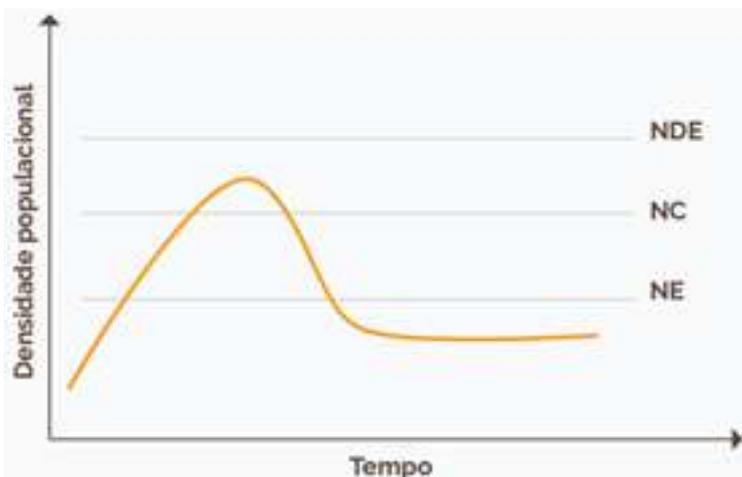


Gráfico 9 - Relação entre a densidade populacional de pragas no decorrer do tempo. Fonte: Boas práticas agronômicas, 2020.

Quando a população de insetos prejudiciais se mantém abaixo do nível de controle, essa está em nível de equilíbrio (NE).

Esse conceito foi instituído na década de 1960 pela comunidade científica para a otimização do controle de pragas agrícolas (ácaros, insetos, doenças e plantas daninhas).

Vamos entender o que significa isso:

Dano Econômico (DE): é a quantidade mínima de infestação de praga que justifica a aplicação de determinada tática de manejo.

Nível de Dano Econômico (NDE): é a menor densidade populacional da praga que causa dano econômico.

Nível de Controle (NC): é a menor densidade populacional da praga na qual táticas de manejo necessitam ser tomadas para impedir que o NDE seja alcançado.

Nível de Equilíbrio (NE): é a densidade populacional média de uma população de insetos por um longo período de tempo, não afetadas por temporárias intervenções no controle da praga.

O termo Manejo Integrado de Pragas se refere à integração de diferentes ferramentas de controle, algumas também presentes na Agroecologia. São essas:



Fonte: <https://blog.aegro.com.br/manejo-integrado-de-pragas-fundamentos/>

Portanto, o MIP envolve o emprego conjunto de todas essas ferramentas, de maneira planejada e harmoniosa. O manejo integrado de pragas é importante porque:

- controla pragas da lavoura;
- mantém a biodiversidade do agroecossistema;
- preserva inimigos naturais;
- otimiza a utilização de inseticidas químicos;
- diminui o impacto ambiental;
- preserva a biotecnologia no campo;
- reduz perdas da lavoura;
- aumenta a produtividade.

Um bom exemplo de controle integrado é o controle biológico, que utiliza organismos benéficos para o controle de pragas, ou seja, utiliza um inimigo natural para reduzir a ocorrência da praga em sua lavoura.



Figura 117 - Ácaro predador atacando o ácaro rajado. Fonte: <https://blog.aegro.com.br/manejo-integrado-de-pragas-fundamentos/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Um exemplo de controle biológico no manejo integrado de pragas é a utilização do ácaro predador no manejo do ácaro rajado em diversas culturas, como: feijão, cultura do milho e soja.

12.4 Controle de pragas por feromônios

Tendo como foco o desenvolvimento sustentável, a solução mais eficaz para o combate aos insetos seria o desenvolvimento de agentes com alta especificidade, que tivessem como alvo apenas as espécies nocivas, não permitindo o desenvolvimento de resistência e não colocando em risco o meio ambiente e a saúde dos homens e dos animais.

A ideia de usar substâncias químicas, modificadores de comportamento, de ação espécie-específica, para o controle de um inseto nocivo à agricultura, à horticultura, à floresta, aos produtos armazenados e aos insetos vetores de doenças tem sido a força motriz, por mais de cinco décadas, da pesquisa com feromônios.

Os insetos exercem suas relações ecológicas com o ambiente e com os outros organismos, de várias maneiras, sendo uma das mais importantes a comunicação por meio de compostos químicos. Estes compostos, no indivíduo receptor da mensagem química, agem como gatilhos fisiológicos de reações comportamentais específicas.

Em uma nomenclatura mais generalista, estas substâncias são denominadas de semioquímicos. É através da detecção e emissão destes compostos que os insetos encontram parceiros para o acasalamento, alimento ou presa, escolhem local de oviposição, se defendem contra predadores e organizam suas comunidades, no caso dos insetos sociais. Neste contexto, os feromônios ocupam lugar de destaque, pois sendo substâncias naturais, que

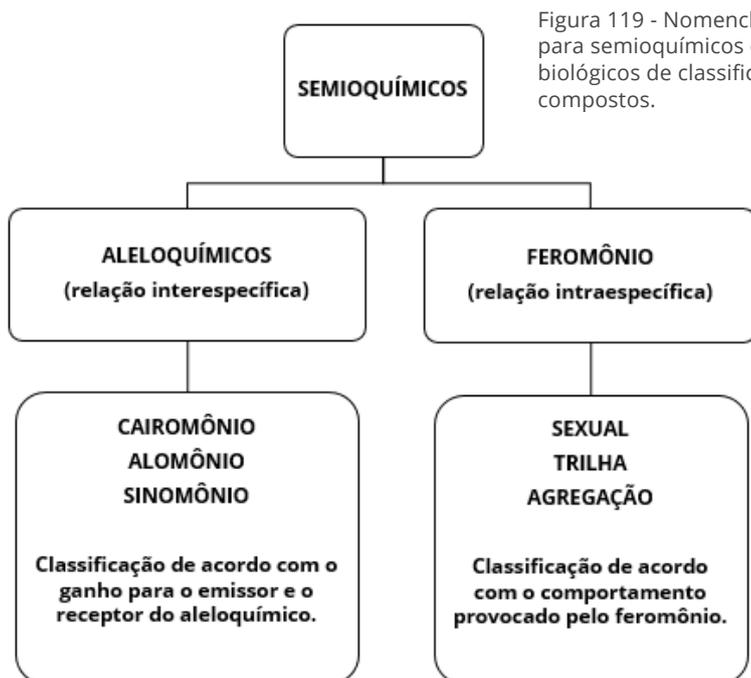


Figura 118 - Abelhas rainhas usam feromônios como uma espécie de sinalização que indica às operárias sua fertilidade, induzindo em alguns casos ao não desenvolvimento de seus ovários. Fonte: <https://diariodebiologia.com/2010/04/a-vida-da-abelha-rainha-na-colmeia/>. Acesso em: 26 ago. 2020.

regulam comportamentos essenciais para o sobrevivência da espécie, seria muito pouco provável que houvesse resistência a esses compostos naturais por parte dos insetos, como se observa com os agrotóxicos tradicionais. Outro fator importante é que a possibilidade de haver danos ambientais estaria totalmente descartada.

A origem semântica da palavra semioquímico está relacionada com a palavra grega *seméion*, que significa sinal, portanto, são designados semioquímicos (sinais químicos) os compostos utilizados na intermediação de relações entre os seres vivos. Os semioquímicos possuem duas classificações, a primeira está relacionada com a espécie do emissor e do receptor do sinal químico, e a segunda, de acordo com os resultados decorrentes dessa comunicação.

Quando os compostos são mediadores de comunicação intraespecífica, ou seja, emissor e receptor do sinal químico são da mesma espécie, este semioquímico é denominado de feromônio. No entanto, quando estes compostos intermedeiam comportamentos de indivíduos de espécies diferentes, relação interespecífica, estas substâncias são classificadas como **aleloquímicos**.

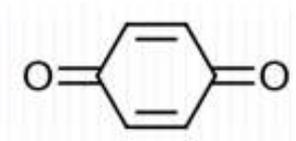


A figura 120 mostra alguns exemplos destes compostos na natureza. Vamos conhecer agora um pouco mais sobre essas substâncias.

12.4.1 Aleloquímicos

Os aleloquímicos (do grego *allelon*, que significa “de um a outro”), cuja relação interespecífica é classificada de acordo com o ganho para o emissor e o receptor do aleloquímico, estão divididos em quatro grupos: alomônios, cairomônios, sinomônios e apneumônios.

- Alomônios – (do grego *allos* que quer dizer “outro”) são sinais químicos que beneficiam somente o emissor do sinal químico. Por exemplo, os cupins africanos das espécies *Odontotermes badius* e (*Ispotera*), para se defenderem do ataque de predadores utilizam a p-benzoquinona.



Benzoquinona

Figura 121 - Cupim da espécie *Odontotermes badius* e a estrutura do alomônio. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons, 2020.

- Cairomônios – (do grego *kairos*, “oportunistas”) são sinais químicos que beneficiam somente a espécie receptora. O α -farneseno presente no epicarpo da maçã, por exemplo, atrai e estimula a ovoposição de fêmeas adultas da mariposa *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae).

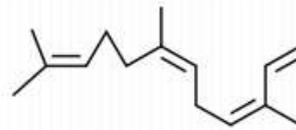
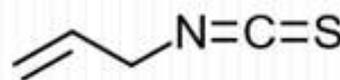
 α -farneseno

Figura 122 - Mariposa *Cydia pomonella* e a estrutura do cairomônio. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons, 2020.

- Sinomônios – (do grego *syn* “com” ou “juntamente”) são sinais químicos que beneficiam ambas as espécies, tanto a emissora quanto a receptora do sinal químico. O isotiocianato de alila é um constituinte volátil das crucíferas que atrai um parasitoide de afídios de crucíferas, o *Diaretiella repae*.



isotiocianato de alila

Figura 123 - Parasitoide *Diaretiella repae* e a estrutura do sinomônio. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons, 2020.

- Apneumônios – (do grego *a-pneum*, “sem vida”) são sinais aleloquímicos liberados por material em decomposição e atraem parasitoides. O parasitoide *Venturia canescens* (Ichneumonidae) é atraído pelo odor emanado da farinha de aveia, na qual seu hospedeiro *Plodia interpunctella* se encontra.

nturia canescens (também chamada *Nemeritis canescens*) é uma vespa endoparasitoide que deposita seus ovos dentro das larvas de mariposas pirralides, como *Plodia interpunctella*.



Figura 124 – Vespa *Venturia Canescens* e seu hospedeiro, a larva da *Plodia interpunctella*. Fonte: <https://thesaitlab.wordpress.com/>. Acesso em: 25 ago. 2020.

12.4.2 Feromônios

O uso de infoquímicos, principalmente os feromônios, está se tornando uma importante ferramenta para a implementação de alternativas para o monitoramento e controle de insetos-praga. **Feromônios** são substâncias secretadas pelo inseto que permitem a comunicação com outro inseto da mesma espécie, por meio de uma linguagem intraespecífica adquirindo o receptor um comportamento fisiológico específico. Para a agricultura, são os feromônios sexuais que têm maior interesse para o controle das populações de insetos, em especial, no caso de pragas que agridem as lavouras.

Uma vez identificado o feromônio sexual e possibilitada a sua produção sintética, esse pode servir de isca, nas lavouras, para atrair e capturar insetos em armadilhas previamente preparadas. Feromônios sexuais são mensageiros químicos produzidos por um sexo para atração do sexo oposto com propósito de reprodução. Estes compostos estão entre as substâncias fisiologicamente mais ativas hoje conhecidas, por causarem respostas quando usadas em concentrações extremamente baixas.

Existem diferentes possibilidades de utilização dos feromônios na agricultura, levando-se em consideração, o inseto alvo, a cultura e as características químicas e físicas dos compostos químicos envolvidos. Um feromônio pode ser empregado simplesmente para auxiliar ou otimizar outras estratégias de controle, ou ainda, em alguns casos, como uma medida de controle propriamente dita.

O feromônio é classificado de acordo com o comportamento provocado pelo sinal químico, em:

- **Feromônio de Agregação** – empregado quando os insetos encontram uma fonte de comida ou um novo lugar para fazer sua moradia e, assim, emitem o

feromônio para atrair os demais membros da espécie (é um dos mais utilizados na agricultura). Um exemplo é o feromônio liberado pelo besouro *Rhyzopertha dominica*, a principal praga de pós colheita do trigo no Brasil, mas que também ataca arroz, cevada e aveia. O feromônio de agregação para ambos os sexos desta espécie é a mistura dos seguintes componentes: (E)-2-metil-2-pentenoato de 1-metilbutila e (E)-2,4-dimetil-2-pentenoato de 1-metilbutila.

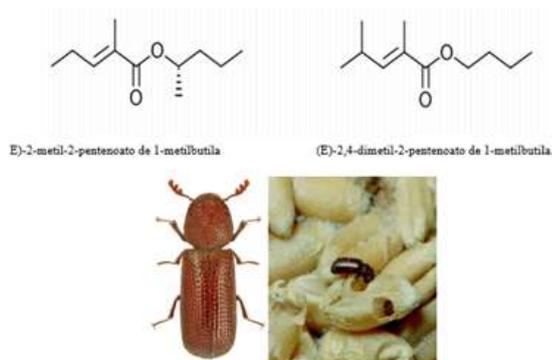


Figura 125 – Estrutura dos feromônios de agregação emitidos pelo besouro *Rhyzopertha dominica*. Fonte: Adaptado de agrolink.com.br

- **Feromônio Sexual** – são substâncias liberadas pela fêmea ou pelo macho para atrair o parceiro para a cópula e, assim, preservar a espécie, através da procriação (o feromônio sexual e o de agregação são os mais utilizados na agricultura). O principal componente do feromônio liberado pela fêmea da *Lasioderma serricornis* é a serricornina (4S,6S,7S)-7-hidroxi-4,6-dimetil-3-nonanona).
- **Feromônio de Alarme** – são substâncias liberadas principalmente por insetos sociais, tais como: formigas, abelhas, cupins, marimbondos etc., transmitindo uma mensagem de perigo ou avisando outros membros da



Figura 126 - Acasalamento da *Lasioderma serricornis* e a estrutura do feromônio sexual. Fonte: Adaptado de [flickr.com](https://www.flickr.com)

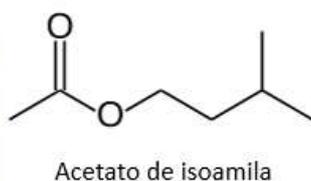


colônia da presença de um inimigo. Liberado por abelhas operárias em situação de perigo, o acetato de isoamila estimula as demais operárias da colônia, a adotarem mecanismo de defesa, passando a atacar o inimigo.

- **Feromônio de Trilha** – é uma mistura de substâncias depositadas sobre uma superfície por um primeiro indivíduo, para ser detectada por outros da mesma espécie, para indicar a fonte de alimento ou novo sítio de moradia no qual a colônia deverá se estabelecer. O exemplo mais conhecido é da



Figura 127 – Abelhas e estrutura do feromônio de alarme. Fonte: SEJUSP, 2017.



formiga que deposita um rastro químico que é reconhecido por outra da mesma espécie. A formiga *Atta texana* produz como componente do seu feromônio de trilha, o 4-metilpirrol-2-carboxilato de metila.

12.4.3 Utilização de feromônios no Manejo Integrado de Pragas

Na agricultura, empregam-se os feromônios no contexto do manejo de inseto-praga basicamente de duas maneiras: no monitoramento com armadilhas para auxiliar na tomada de decisão quanto à necessidade de aplicação de inseticida e volume a ser aplicado ou no controle através das técnicas de **coleta massal, atrai e mata, confusão sexual e “push-pull”**.

Para saber mais sobre os feromônios e como são extraídos, assista o vídeo da Embrapa sobre a extração do feromônio do percevejo, disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=mMmSOFG4DnQ&t=29s>. Acesso em: 26 ago. 2020.

- **Monitoramento:** consiste em um acompanhamento regular da população de um inseto-praga, por meio de armadilhas contendo o feromônio sintético ou o sexo emissor aprisionado em gaiolas, em uma área conhecida. A partir desse sistema é possível indicar ou não a presença da praga nessa área e, quando presente, em que níveis populacionais, facilitando a adoção de medidas de controle, a fim de se evitar ou reduzir os seus danos. A utilização desta estratégia torna o controle da praga mais econômico e efetivo, racionalizando as pulverizações e preservando os inimigos naturais no agroecossistema. Nesse tipo de monitoramento, a fonte de atração geralmente é um feromônio sexual sintético.
- **Coleta Massal:** a coleta massal é um método de controle, no qual se utiliza o feromônio sintético em um grande número de armadilhas, com o intuito de se capturar o maior número possível do inseto-praga alvo, seletivamente, de forma a suprimir sua população para mantê-la abaixo do nível econômico. Com o resultado se tem a diminuição do uso de produtos químicos, e em alguns casos, a necessidade do produto químico é totalmente eliminada. Um grande benefício da coleta massal se refere, principalmente, aos inseto-pragas que utilizam feromônio de agregação, considerando-se que, neste caso, são atraídos além de machos, as fêmeas. Com isso, é possível reduzir boa parte dos descendentes que seriam produzidos e se têm como exemplos de pragas controladas por este método: broca-do-olho-do-coqueiro - *Rhynchophorus palmarum* e a da cana-de-açúcar - *Migdolus fryanus*.
- **Confusão Sexual:** isto tem sido obtido com a liberação de uma quantidade maior de feromônio sintético na área em que se deseja o controle, para diminuir ou impedir os insetos de localizarem seu respectivo parceiro e, dessa forma, reduzir o acasalamento e, conseqüentemente, sua nova geração. O mais consagrado exemplo, tanto histórico como prático, tem sido o controle de populações da Lagarta rosada - *Pectinophora gossypiella*, uma das mais importantes pragas do algodoeiro.
- **Atrai e Mata:** no atrai e mata, o feromônio é empregado juntamente

com o inseticida. O feromônio faz a atração da praga de forma específica, aumentando a chance de contato do inseto ao inseticida, o que aumenta seu potencial de controle. Além disto, a aplicação localizada impede que o inseticida atinja o ambiente e o produto a ser colhido. O uso de armadilhas contendo atraente e inseticida reduz, significativamente, a infestação de *onagota salubricola* e *Grapholita molesta*, pragas da macieira, quando comparado ao tratamento tradicional utilizado nos pomares.

- **Push-Pull:** a estratégia do “push-pull”, também conhecida como direcionamento por estímulo-inibição, é a mais nova estratégia descrita como prática de Manejo Integrado de Pragas. A estratégia de “push-pull” consiste na combinação de estímulos de repelência e atração, modificando o comportamento dos insetos-pragas ou de seus inimigos naturais. Os insetos são inibidos ou repelidos das plantas (estratégia push), simultaneamente são atraídos por outro chamariz (estratégia pull) e concentrados em outra área na qual são coletados ou eliminados de maneira controlada. Esta técnica requer um maior conhecimento da interação entre os hospedeiros, inimigos naturais e coespecíficos.



Figura 128 - Exemplo de armadilhas usadas para monitoramento (A) e coleta massal (B) de pragas e liberador de feromônio para a técnica de “confusão sexual” (C). Fonte: Pest Wizard™, RESCUE!®, Eugene E. Nelson, apud. FÁVARO. Carla Fernanda, 2012.

Na figura 129, apresentamos alguns exemplos de estruturas químicas de feromônios já utilizados na agricultura.

O uso de semioquímicos, principalmente os feromônios, em ações de controle de insetos-praga está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro. É uma técnica que tem alta especificidade, não apresentando nenhum efeito deletério às espécies que não são objeto de controle e, nenhum resíduo químico é depositado no meio ambiente ou no alimento produzido.

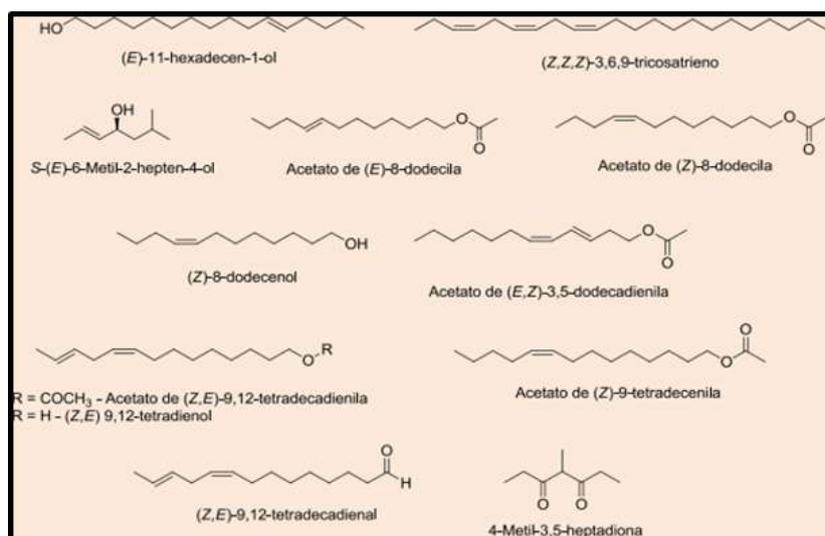


Figura 129 - Exemplos de feromônios usados nas diferentes estratégias de controle de pragas citadas. (1, 2) *Neoleucinodes elegantalis*; (3) *Rhynchophorus palmarum*; (4, 5, 6, 7) *Bonagota salubricolae*, *Grapholita molesta*; (8, 9, 10, 11) *Plodia interpunctella*; (12) *Sitona lineatus*. Fonte: GOULART. Henrique F., 2015.

Quadro 16 - Comparação entre Semioquímicos e Agrotóxicos

FEROMÔNIOS	AGROTÓXICOS
Ação seletiva às pragas	Destruição não seletiva de insetos
Não há distúrbio do equilíbrio ecológico	Distúrbio do equilíbrio (eliminação da maioria dos insetos)
Não poluentes	Causa contaminação ambiental
Não tóxicos	Tóxicos para humanos e outros animais
Instáveis, decompõem-se no campo	Muitos são estáveis
Não existe dados sobre ocorrência de resistência	Desenvolvimento de resistência
Exigência de metodologias complexas para obtenção de feromônios com alta pureza estereoquímica	Não há necessidade de pureza estereoquímica
Necessidade de desenvolver metodologia de liberação no campo, etapa complexa	Liberação simples e eficiente

Fonte: GOULART. Henrique F., 2015.



Será que os perfumes com feromônios humanos realmente funcionam? Será que o ser humano possui feromônios?

O conhecimento científico não é importante apenas para passarmos de ano na escola. Quanto mais informações obtemos, mais preparados estamos para tomar decisões de maneira consciente. Observe a imagem de uma propaganda de um perfume com feromônio disponível no site das lojas Americas. Você compraria esse perfume algum dia? Por quê?

Agora vamos perquisar um pouquinho.

- Leia o artigo “**Feromônios humanos**”, publicado pela Revista Arquivos Médicos dos Hospitais e da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, disponível no link <http://arquivosmedicos.fcmsantacasasp.edu.br/index.php/AMSCSP/article/view/461/527>. (27/08/2020).
- Depois assista ao vídeo de uma palestra do **Biólogo Tristam Wyatt, pesquisador sênior do Departamento de Zoologia da Universidade de Oxford**. O vídeo de 14:42 min está disponível no link https://www.ted.com/talks/tristram_wyatt_the_smelly_mystery_of_the_human_pheromone/transcript?language=pt-br. (27/08/2020)



Fonte: americanas.com.br

Se você ainda tiver dúvidas pode realizar outras pesquisas, mas cuidado, pesquise em sites e artigos confiáveis. Agora, responda novamente:

- Você compraria este perfume? Comente um pouco sobre o assunto e sobre a propaganda.
- Foi relevante para sua tomada de decisão ler o artigo e assistir ao vídeo sugerido?
- Qual a importância do conhecimento para a tomada de decisões?

12.5 Controle Biológico de Pragas

O número de indivíduos de uma população é controlado tanto por processos ecológicos abióticos, como chuvas e temperaturas extremas, quanto bióticos, como abundância de alimentos ou presença de inimigos naturais.

Além disso, a perturbação causada por atividade antrópica também pode influenciar essa população. Por exemplo, os ambientes agrícolas sempre sofreram

forte interferência humana na busca por favorecer a abundância de uma ou de poucas espécies cultivadas. Isso resulta em uma concentração de recursos homogêneos, que pode afetar as populações dos diferentes organismos ali presentes trazendo possíveis consequências indesejáveis, como, por exemplo, o surto populacional de pragas.



Figura 130 - Joaninha asiática se alimentando de pulgões pretos. Fonte: Pikist.com

Uma forma de buscar simular o equilíbrio populacional dinâmico, que ocorre nos ambientes de vegetação natural, é promover o controle biológico, que é um serviço ecossistêmico resultante da ação dos **inimigos naturais**. O Controle biológico surgiu na década de 1960 como uma alternativa ao uso de agrotóxicos contra diversas pragas, como: insetos, ácaros e fungos, em diferentes culturas. Os agentes mais empregados são insetos, ácaros, nematoides, fungos, vírus e bactérias.

No Brasil, alguns dos agentes mais empregados estão no quadro 17:

Quadro 17 - Principais agentes biológicos utilizados na agricultura brasileira		
AGENTE	PRAGA	CULTURA
<i>Cotesia flavipes</i> (vespa)	Broca da cana	Cana-de-açúcar
<i>Neoseiulus barkeri</i> (ácaro)	Ácaro branco e tripses	Hortaliças e fruteiras
<i>Neoseiulus californicus</i> (ácaro)	Ácaro rajado	Hortaliças e fruteiras
<i>Deladenus siricidicola</i> (verme)	Vespa da madeira	Florestas de pinheiros
<i>Trichoderma harzianum</i> (fungo)	Mofa branco	Soja
<i>Metarhizium onisopliae</i> (fungo)	Cigarrinhas	Cana-de-açúcar
<i>Orius insidiosus</i> (besouro)	Tripses	Hortaliças e fruteiras

Fonte: VASCONCELOS, Yuri. Inseto contra inseto. Revista Pesquisa Fapesp, n.194, maio, 2012. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/05/Pesquisa_195-26.pdf. Acesso em: 10 jul. 2020.

Os agentes que controlam essas pragas atuam, basicamente, como parasitas. Porém, há insetos que atuam como parasitoides. Nesses casos, os insetos colocam seus ovos no corpo ou nos ovos de outras espécies. Os ovos desses parasitoides desenvolvem-se e matam seus hospedeiros.

É o caso da vespa *Trichogramma galloi*, que inocula seus próprios ovos dentro dos ovos da mariposa conhecida como broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*). Os ovos da vespa se desenvolvem, mas os da mariposa, não. Em sua forma adulta, a broca é uma mariposa de hábitos noturnos, de cor amarelo-palha e as fêmeas colocam os ovos nas folhas. É nesse momento que a vespa inocula seus próprios ovos, impedindo o desenvolvimento da lagarta, que é a forma larval da mariposa. São essas lagartas que penetram na cana-de-açúcar, parasitando a planta.



Figura 131 - Vespa da espécie *Trichogramma galloi* fazendo ovoposição nos ovos da broca-da-cana. Mede cerca de 0,5 cm de comprimento. Créditos: Heraldo Negri.

Outro exemplo de parasitoide utilizado como agente regulador de pragas na cultura da cana-de-açúcar é a vespa *Cotesia flavipes*, que também atua contra a broca-da-cana. Essa vespa põe seus ovos diretamente no corpo da lagarta.

Na natureza toda planta ou animal possui algum outro organismo vivo que se alimenta desse, evitando a proliferação de algumas espécies e fazendo o que chamamos de controle biológico de pragas.

Na agricultura, esse controle biológico de pragas é muito utilizado e pode garantir arrefecimento de uma população que esteja proliferando sem prejudicar a natureza. Para isso, é necessário identificar a praga que está se iniciando na lavoura, entender qual é o seu inimigo natural e aplicar, pontualmente, nas áreas afetadas nas plantações.

Os **controladores biológicos** podem ser definidos de três maneiras:

- **Parasitoides:** são seres vivos que parasitam outros seres impossibilitando-os de chegar à fase reprodutiva. O parasitoide passa um período em desenvolvimento internamente ou externamente em um único hospedeiro, e no final do ciclo o mata.
- **Predadores:** são organismos de vida livre que buscam ativamente e matam suas presas. Normalmente, são maiores que suas presas e precisam de mais do que uma presa para completar seu ciclo de vida. Ex.: Marimbondos e Gaviões.
- **Patógenos:** os agentes patogênicos são organismos microscópicos que podem se multiplicar no organismo do seu hospedeiro, podendo causar infecções e outras complicações.

O uso exacerbado de pesticidas e agrotóxicos nas plantações agrícolas começou a gerar contaminações e consequências sérias para as lavouras e para o homem. Daí surgiu a necessidade do controle biológico. Os principais benefícios do controle biológico, em comparação ao controle químico, que podemos destacar são:

- redução da exposição dos produtores rurais aos pesticidas;
- diminuição do risco de poluição ambiental;
- não afeta a qualidade do solo;
- evita pragas mais resistentes;
- evita alimentos contaminados;
- evita o uso de agrotóxicos e fortalece o uso da crescente agricultura orgânica.

O controle biológico ocorre naturalmente em qualquer ecossistema sem a necessidade da ação humana. Por sua vez, o homem pode interferir, manipular e facilitar a ação do agente de controle biológico.

Podemos citar aqui três formas de manipulação do controle biológico: importação, aumento e conservação de inimigos naturais. Essas estratégias podem ser usadas isoladamente ou combinadas

- **Controle biológico por importação:** quando uma espécie exótica é introduzida em uma nova região, essa poderá se estabelecer e invadir a nova área, e sua população irá crescer até ocupar todos os recursos disponíveis por causa da ausência de fatores de resistência do ambiente (ex.: inimigos naturais) que limitem sua abundância. Em muitas situações, essas espécies se tornam pragas, causando danos à agricultura, ao meio ambiente e à saúde humana. A importação de inimigos naturais, preferencialmente, da região de origem da espécie invasora, pode ser uma boa alternativa para seu controle. Também conhecido como Controle Biológico Clássico, esse método consiste em buscar inimigos naturais de uma praga exótica (espécie invasora) em outras áreas geográficas distintas para introdução, liberação e estabelecimento na área na qual a praga exótica foi introduzida, visando ao seu controle.
- **Controle Biológico Conservativo:** o Controle Biológico Conservativo (CBC) se baseia no entendimento de que os agroecossistemas podem ser manejados com objetivo de preservar e aumentar as populações de inimigos naturais (parasitoides, predadores e patógenos) e, assim, promover o controle das populações de pragas. Para que os inimigos naturais sejam atraídos e se mantenham em um agroecossistema, é necessário fornecer presas ou alimentos alternativos, como fontes de carboidratos, como néctar e melato, e de proteínas, como pólen, para parasitoides e predadores. Diversas espécies de predadores e parasitoides têm a longevidade, a sobrevivência e a fecundidade favorecidas por uma dieta diversa à base de plantas, complementar às presas. Além do fornecimento de recursos complementares, é necessário também criar e manter locais de refúgio que,

além de moderar as condições físicas do ambiente criando microclimas favoráveis, protejam os parasitoides e predadores de seus próprios inimigos naturais.

- **Controle biológico Aumentativo:** quando os inimigos naturais, que ocorrem naturalmente no agroecossistema, não conseguem fornecer o nível de controle desejado de determinada praga, o aumento artificial da população de uma ou mais espécies de inimigos naturais selecionados pode ser uma estratégia importante. Nesse caso, o aumento é feito por liberações do agente de controle biológico por meio das táticas inoculativa e inundativa. O procedimento mais comum é a produção massal do inimigo natural, em geral, em fábricas comerciais altamente especializadas, e a liberação em campo de grande número de indivíduos com o objetivo de suprimir a praga em relativamente curto prazo. Essa estratégia de controle biológico é a mais apropriada, quando o agente é um micro-organismo e é muito adotada no Brasil para o controle de artrópodes e doenças de plantas. O aumento de inimigos naturais tem sido bem-sucedido quando o inimigo natural é passível de produção massal.

Alguns exemplos de controle biológico utilizados são: contra os pulgões, insetos que atacam o milho e o trigo, soltam-se joaninhas para comê-los. Para destruir lagartas, que atacam as folhas, podem ser usados certos besouros predadores.

O combate biológico é muito eficiente com parasitas, pois muitos desses são altamente específicos.

Alguns exemplos: o baculovírus (*Baculovirus anticarsia*), vírus não tóxico que ataca apenas a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*); o fungo *Metarhizium anisopliae*, que combate a cigarrinha da cana-de-açúcar; as vespas *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma atopovirilia*, que controlam pragas do milho e do tomate - todos produzidos e comercializados no Brasil.

Bactérias da espécie *Bacillus thuringiensis*, por exemplo, são usados contra uma ampla variedade de insetos. Inofensivos para seres humanos, aves, anelídeos e outros animais, esporos dessa bactéria são aplicados nas plantações. Depois de consumidos com as folhas pelas larvas de insetos, os esporos se convertem na forma vegetativa (metabolicamente ativa) e produzem a toxina Bt, que paralisa o sistema digestório da lagarta, matando-a por inanição. A aplicação direta da toxina Bt nas plantações causa o mesmo efeito obtido com o uso dos esporos.



As joaninhas da Austrália

Há muitos anos os limoeiros e laranjeiras do Estado da Califórnia, nos Estados Unidos, começaram a ser atacados por cochonilhas-das-laranjeiras, o que causou enormes perdas na produção de frutos na região. Os inseticidas existentes na época eram praticamente inofensivos a esses insetos, os quais produzem verdadeiras carapaças de cera ou de outras substâncias que os protegem e dificultam a penetração do tóxico. Foi então formada, pelo Governo, uma comissão de especialistas com a finalidade de achar uma solução para o grave problema.



Figura 132 - A cochonilha-rosada sendo combatida pela joaninha *Cryptolaemus montrouzieri*. Fonte: EMBRAPA (Foto - Nilton F. Sanches), 2016.

Nessa comissão havia um biólogo que havia verificado que tal inseto não era nativo dos Estados Unidos, mas havia sido introduzido pelas mudas ou frutos de laranjeiras trazidos da Austrália. Partindo do princípio de que, segundo as leis da natureza, toda praga tem um inimigo natural, um predador, ele concluiu que, no local de origem da praga, deveria ser encontrado também o predador capaz de a controlar. Propôs, então, ao Governo que o enviasse àquele país para estudar o

processo de controle natural da cochonilha. A princípio, os membros do Governo não quiseram aceitar aquela sugestão tão esquisita. Preferiram procurar outras substâncias tóxicas que pudessem ser mais eficientes ou que tivessem maior poder de penetração. No entanto, como todas as tentativas falhavam, acabaram se convencendo de que tal solução deveria ser tentada.

E assim mandaram o biólogo para Austrália para estudar o controle natural da praga. Após alguns meses na Austrália, o biólogo regressou aos Estados Unidos com um estranho carregamento: algumas caixas contendo vários casais de joaninhas!

As joaninhas são pequeninos besouros de forma quase semiesférica que têm o nome científico de *Rodalia cardinalis* (talvez, por causa de sua cor vermelha, como o hábito dos cardeais). Esses bichinhos são, na verdade, terríveis devoradores de cochonilhas e, assim, encontraram, nas laranjeiras da Califórnia, um ótimo lugar para viver, com comida à vontade e a proteção do Governo norte-americano!

As joaninhas resolveram o problema dos laranjais californianos, que vinham sendo dizimados pela cochonilha. Não extinguiram a praga (do contrário, não teriam mais o que comer e morreriam também), mas mantiveram-na "sob controle", de modo que não causasse grandes perdas às plantações. Dali,

as joaninhas foram levadas para outros lugares do mundo e, até hoje, são usadas como o mais eficiente meio de controle de cochonilhas. É verdade que, em muitos lugares, as joaninhas têm sido destruídas pelo uso descontrolado de inseticidas e, nesses casos, a cochonilha “toma conta”, pois é resistente aos tóxicos.

Texto adaptado do livro: BRANCO, Samuel Murgel. Natureza e Agroquímicos. São Paulo, 3ª ed. Moderna, 2013.



Figura 133 - Efeitos da radiação gama em alimentos. Fonte: CARDOSO, Eliezer de Moura. Aplicações da Energia Nuclear. Apostila Educativa. Comissão Nacional de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 2020.

12.6 Radioatividade

Quando se fala de aplicações benéficas da radioatividade, pensa-se logo na medicina. No entanto, outro campo em que essa vem sendo aplicada com boas finalidades é na agricultura.

Conforme sabemos, as radiações causam danos aos organismos vivos, assim, alguns alimentos são irradiados, matando fungos e bactérias, que são os principais causadores do apodrecimento. Dessa forma, os alimentos, como frutas

e verduras, permanecem bons para o consumo por muito mais tempo. Por segurança, ao aplicar essa técnica, é preciso que os átomos radioativos cessem as suas atividades antes de os alimentos serem embalados.

Outra forma de utilização, pela agricultura, de radiação é injetando radiotraçadores nas plantas. Esses radioisótopos artificiais recebem esse nome, porque, ao serem transportados pelo corpo da planta, emitem radiações que permitem ver a absorção de fertilizantes pelas plantas, como essa utiliza o nutriente, determinar em que parte da folha ou das raízes certo elemento químico é mais importante e, assim, avaliar a eficácia do controle de insetos. Um radiotraçador muito utilizado para essa finalidade é o P-32.

A “marcação” de insetos com radioisótopos também é muito útil para eliminação de pragas, identificando qual predador se alimenta de determinado inseto indesejável. Nesse caso, o predador é usado em vez de inseticidas nocivos à saúde. Outro uso da tecnologia que começa a ser desenvolvido no Brasil é a energia nuclear para a esterilização de insetos-praga.

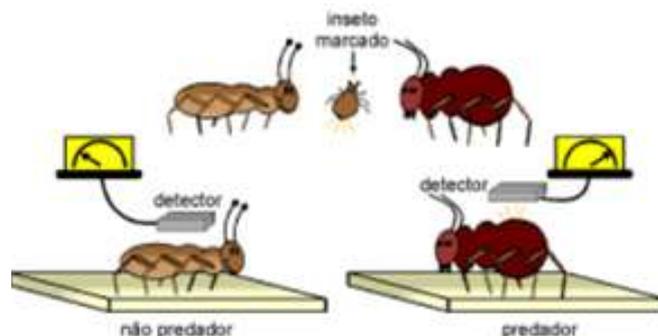


Figura 134 - Técnica de marcação de insetos com radioisótopos. Fonte: CARDOSO, Eliezer de Moura. Aplicações da Energia Nuclear. Apostila Educativa. Comissão Nacional de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 2020.

Os machos são irradiados e liberados no ambiente para competirem com os reprodutores da espécie-praga.

As vantagens da Técnica do Inseto Estéril são:

- ambientalmente segura;
- especificidade: dirigida a uma única espécie (não produz efeitos em organismos benéficos);
- compatível com outros métodos de controle.

A Técnica do Inseto Estéril -TIE



Figura 135 - Técnica do inseto estéril utilizando a radiação. Fonte: Moscamed Brasil, 2020.

A aplicação da radioatividade na agricultura não serve somente para aumentar a produção de alimentos, mas também garante a nossa saúde e a do meio ambiente. Também é possível marcar um agrotóxico com um determinado isótopo radioativo para determinar quanto dessa substância fica retida no alimento cultivado e quanto vai para o solo, para a água e para a atmosfera.

No entanto, para trazerem benefícios reais, todas essas técnicas devem ser feitas de forma bem controlada e definida, de modo a não deixarem resíduos e nem causarem alterações nos alimentos e nas plantas.



O uso da radioatividade pelo ser humano acabou trazendo diversos problemas, entre esses doenças decorrentes de mutações genéticas. No entanto, também trouxe benefícios. Explique essa afirmação.



Calda Bordalesa: Preparo de um inseticida que pode ser utilizado na agricultura orgânica, MIP ou Agroecologia.

A Calda Bordalesa é o fungicida mais aplicado na agricultura. É considerado um fungicida de contato ou erradicante, destaca-se por destruir o inóculo (agente patogênico que produz a doença) antes que ocorra a doença.

É eficiente contra inúmeros fungos, em dosagens convenientes não causa, em geral, danos às plantas cultivadas, exercendo uma ação benéfica e contribuindo para fortalecê-las.

A cada bordalesa pode ser utilizada em hortas e pomares no manejo de doenças causadas por fungos e tem um efeito indireto sobre bacterioses e na adubação das plantas.

Seu preparo, em geral, é composto de uma parte de sulfato de cobre, uma parte de cal viva e cem partes de água.

Reagentes e Materiais para o preparo de calda bordalesa:

- 5g de cal virgem (nova, sem muito resíduo);
- 5 g de sulfato de cobre (cristalizado ou em pedra);
- 500 mL de água;
- 3 béquer de 500 mL;
- espátula;
- balança;
- vidro de relógio;
- papel vegetal;
- 3 bastões de vidro;
- linha de costura ou barbante fino;
- almofariz e pistilo;
- saquinho de pano;
- papel tornassol ou papel indicador de pH;

Procedimento experimental:

1. Pesa-se 5g de sulfato de cobre;
2. Coloca-se 5g de sulfato de cobre bem triturado dentro de um saquinho de pano, mergulhando em 250 mL de água contidos em um béquer. O saquinho de pano deverá ser amarrado, por uma linha de costura ou barbante fino, a uma vareta de vidro, apoiada na borda do béquer, de forma que o saquinho fique mergulhado na parte superior do líquido. * Dessa maneira, o sulfato de cobre levará pouco tempo para ser dissolvido.
3. Pesa-se 5g de cal viva;
4. Coloca-se 5g de cal viva em outro béquer, juntando vagarosamente certa quantidade de água, até ser obtida uma pasta pouco consistente, dilui-se, em seguida, essa pasta, em quantidade de água necessária para completar 250mL. Agitar com o fim de homogeneizar o "Leite de Cal", também chamada de cal extinta ou apagada.
5. adicionando concomitantemente, mas em menor quantidade, o leite de cal de forma compassada e com agitação simultânea.
6. Verificar a reação da calda, que dever ser neutra ou ligeiramente alcalina, por meio de uma lâmina de aço não oxidada (escurece durante um a três minutos de exposição em calda ácida) ou através das reações colorimétricas do papel tornassol.
7. Uma vez apurado que a calda ainda se apresenta ácida, deve-se acrescentar certa quantidade de leite de cal, repetindo-se a prova até conseguir uma calda neutra ou ligeiramente alcalina.

Solução A

Cal virgem: Dissolver numa pequena quantidade de água, colocando o restante de água depois.

água

Colar, antes de transferir para o outro béquer

Solução B

Sulfato de cobre

água

Colocar aos poucos sobre a solução A, à medida, agitando sempre

Solução A + Solução B

Reação química

$$\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) = \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{CaSO}_4(\text{s})$$

Ingrediente ativo

Macronutrientes



A história da agricultura e a economia verde. (vídeo 4:12). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Jl4OWlv0yl4>. Acesso em: 25 ago. 2020.

O que é calda bordalesa? (vídeo 4:20 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5temnbK6QWE>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Uso de feromônios. (vídeo 8:25 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=F9GyYpk-B6o>. Acesso em; 25 ago. 2020.

Manejo integrado de pragas. (vídeos 2:36 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EtWs7g0pHt0>. Acesso em: 25 ago. 2020.

O que é agroecologia. (vídeo 3:39 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jTzu9eBYW4Q>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Agrotóxicos: Soluções alternativas. (vídeo 5:30 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=n5qD7gFebs0>. Acesso em 25 ago. 2020.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Desde o início da agricultura, o homem vem modificando o meio ambiente. Com o surgimento da agricultura houve várias mudanças na maneira de viver do homem.

Com o desenvolvimento da agricultura, também surgiram os agrotóxicos, que não podemos negar, têm sido muito úteis à humanidade, por permitirem um aumento da produção de alimentos.

Além disso, têm auxiliado no combate a doenças, como a malária e a dengue, e no combate às pragas domésticas como ratos e baratas, reduzindo muito seus efeitos devastadores.

Entretanto, percebemos graves consequências negativas em decorrência da utilização incorreta ou exagerada dos agrotóxicos, tais como: intoxicações, desequilíbrios ecológicos, contaminação do meio ambiente, alterações nas cadeias biológicas, entre vários outros problemas.

Será que esse problema tem solução?

Existem várias alternativas eficientes para minimizar esse problema. O conhecimento sobre essas alternativas e a disseminação de informações corretas sobre os agrotóxicos (fitossanitários e domissanitários) podem ajudar nesse processo.

Quanto mais informações tivermos, mais capacidade teremos para podermos tomar decisões mais acertadas e conscientes, sendo menos influenciados pela mídia e pela economia.

Podemos participar como cidadãos críticos, exercendo nossos direitos e deveres de modo a melhorar a sociedade em que vivemos e compreendendo os fenômenos que ocorrem ao nosso redor.

Nesse contexto, várias ações devem ser tomadas a partir de estudos, de pesquisas, de desenvolvimento tecnológico e de adoção de novas políticas e atitudes individuais para que o agronegócio possa ser uma ação sustentável, tendo seus impactos minimizados, e para que a manipulação de produtos químicos, em nossas residências, possa ser feito de maneira correta.

RESOLUÇÃO DAS ATIVIDADES



Mãos à Obra: As atividades mãos à obra visam articular os conhecimentos científicos de Química e Biologia com os fenômenos estudados em cada capítulo para que o estudante compreenda a relação desses conhecimentos com o cotidiano. Sendo assim, todas as respostas a essas questões estão apresentadas aqui.



Vamos pensar um pouco! Nesta seção, os estudantes são instigados a discutirem o assunto, pesquisarem, trocarem ideias e exporem suas próprias opiniões. Aqui não há resposta certa ou errada, pois o tema agrotóxicos é muito controverso e os estudantes podem demonstrar opiniões diferentes. Propomos algumas sugestões, quando couber, para que os professores realizem mediações durante as discussões e proponha ideias para os debates.



Trabalho em equipe: Essa atividade propõe pesquisas, trabalhos de campo, entrevistas, painéis, construção de blogs, onde os estudantes poderão desenvolver seu protagonismo juvenil, aprender a trabalhar em grupo, relacionar os fenômenos estudados com sua realidade e divulgar para a sociedade os resultados obtidos na pesquisa. O professor deverá organizar estes trabalhos e adaptá-los conforme a sua realidade, o seu contexto e as suas metodologias. Além dos atividades citadas durante o paradidático, também sugerimos: jogos, painel integrado, produção de cartilhas, seminários temáticos, produção de cartazes, mapas mentais, quiz, excursões a fazendas e hortas, entre várias outras possibilidades.

CAPÍTULO 1



Vamos pensar um pouco! – pág. 19

RESPOSTA

Não. Durante o passar dos anos houve muitas mudanças, tanto pela domesticação dos grãos, selecionando apenas as melhores sementes, quanto pelo melhoramento genético.

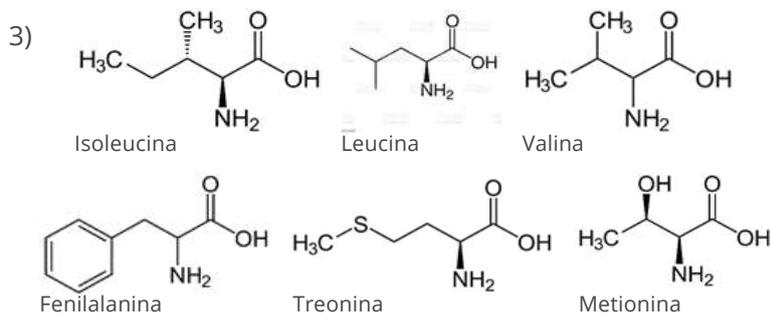


Mãos à obra – pág. 22

RESPOSTA

1) Ferro: Fe – 4º período, grupo 8 (família 8B), elemento de transição.
 Zinco: Zn – 4º período, grupo 12 (família 2B), elemento de transição.
 Fósforo: P – 3º período, grupo 15 (família 5A), elemento representativo.
 Potássio: K – 4º período, grupo 1 (família 1A), elemento representativo.
 Magnésio: Mg – 3º período, grupo 2 (família 2A), elemento representativo.
 Selênio: Se – 4º período, grupo 16 (família 6A), elemento representativo.

2) Elas desempenham um papel muito importante em nosso organismo, pois fornecem material tanto para a construção como para a manutenção de todos os nossos órgãos e tecidos. Diversos tecidos humanos, como ossos e músculos, são feitos de proteína, são importantes para a imunidade e reações químicas do nosso organismo (anticorpos e enzimas são feitos de proteína). Além de disso, são responsáveis por transportar várias substâncias como nutrientes e medicamentos através do sangue.

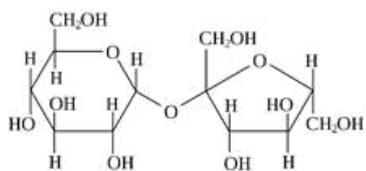


Elementos químicos:

Carbono (C), Z = 6, A = 12, 2º período, grupo 14 (família 4A)
 Hidrogênio (H), Z = 1, A = 1, 1º período, grupo 1
 Oxigênio (O), Z = 8, A = 16, 2º período, grupo 16 (família 6A)
 Nitrogênio (N), Z = 7, A = 14, 2º período, grupo 15 (família 5A)
 Enxofre (S), Z = 16, A = 32, 3º período, grupo 16 (família 6A)

4) Principal fonte de energia para o organismo, os carboidratos são elementos básicos que devem estar presentes diariamente nas refeições. São estas substâncias a principal fonte de combustível necessário para o cérebro, a medula, as células vermelhas do sangue e os nervos, mantendo o corpo funcionando e dando a força necessária para atividades rotineiras, como caminhar e trabalhar.

5)

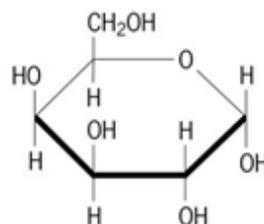


Sacarose

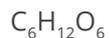


C = carbono, H = hidrogênio e

O = oxigênio

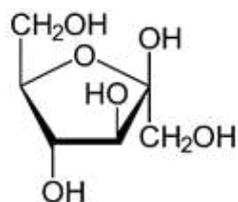


Galactose



C = carbono, H = hidrogênio e

O = oxigênio

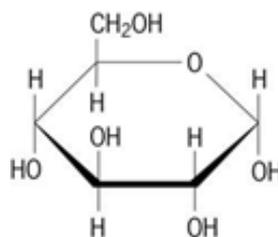


Frutose



C = carbono, H = hidrogênio e

O = oxigênio



Glicose



C = carbono, H = hidrogênio e

O = oxigênio

6) As vitaminas, os lipídeos e os sais minerais.

7) Uma alimentação variada é importante para ingerirmos todos os nutrientes necessários para o bom funcionamento do nosso organismo.

8) São exemplos de reações químicas, pois a queima e o cozimento modificam a estrutura das substâncias dando origem a novos compostos.



Vamos pensar um pouco! – pág. 26

Respostas livres. O professor pode sugerir alguns fatores, como:

1) A construção do conhecimento ocorreu através de observações dos fenômenos naturais e pela tentativa e erro.

2) As descobertas do fogo e o domínio da agricultura possibilitaram o desenvolvimento de vários materiais e técnicas novas, bem como auxiliaram o homem a entender, a interagir e modificar a natureza, preparando o solo, selecionando grãos e compreendendo os ciclos de vida das plantas.

CAPÍTULO 2



Mãos à obra – pág. 37

RESPOSTA		
1) Carbono (C), 2º período, grupo 14 Hidrogênio (H), 1º período, grupo 1 Oxigênio (O), 2º período, grupo 16 Cloro (Cl), 3º período, grupo 17		
2)		
Hidróxido de cobre II $\text{Cu}(\text{OH})_2$ Massa molar = 97,5 g/mol	Nicotina $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$ Massa molar = 162 g/mol	Ureia $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ Massa molar = 60 g/mol
3) hidróxido de cobre II – composto inorgânico, nicotina e ureia – compostos orgânicos		
4) hidróxido de cobre II – ligações iônicas, nicotina e ureia – ligações covalentes.		
5) É a capacidade de um organismo sobreviver mesmo na presença de uma substância que deveria eliminá-lo.		



Para descontrair um pouco - pág. 37

RESPOSTA
1- Heterogênea
2- Piretro
3- Iônica
4- Nicotina
5- Arsênio
6- Espécie
7- Ecossistema
8- Praga
9- Cloro
10- Ecologia



Trabalho em equipe - pág. 39

Apesar de ser um discussão entre os estudantes, sugerimos algumas abordagens:

1) Nesta questão pode ser explorada a questão do êxodo rural, por meio do qual as máquinas acabam ocupando a vaga de vários trabalhadores rurais. Pose-se destacar, também, o trabalho escravo, visando apenas o lucro. Em relação aos agrotóxicos, pode-se abordar a questão da não utilização dos EPI e das intoxicações, em que o pagamento do salário do trabalhador afastado sai dos impostos que nós pagamos ao Governo. Essas são algumas das implicações que podem ser abordadas.

2) Apesar de todo avanço tecnológico, a maior parte da produção mundial visa o lucro de grandes empresas, a maior parte da produção está nas mãos de poucos e não chegam a quem realmente precisa. Outro fator que pode ser comentado é o grande desperdício de alimentos, principalmente, nos países desenvolvidos.

3) (pessoal) Um dos fatores de se utilizar os agrotóxicos é para combater as pragas que causam danos e diminuem a produção das lavouras.

4) Não. A química é uma Ciência que procura melhorar a qualidade de vida das pessoas e compreender a constituição da matéria e suas interações. Infelizmente, somos nós que damos utilidade para química. Por exemplo, ninguém questiona a importância dos plásticos, mas somos nós que os utilizamos e fazemos um bom ou mal emprego ou descarte do mesmo.

5) Cada um de nós é responsável pela forma como utilizamos os conhecimentos científicos.

CAPÍTULO 3



Vamos pensar um pouco! - pág. 48

RESPOSTA

1) Não, existem seres vivos que são inimigos naturais das pragas e ajudam a controlá-las e outras que são indispensáveis, pois realizam a polinização, degradam nutrientes do solo deixando disponíveis para as plantas, entre vários outros exemplos.



Trabalho em equipe - pág. 68

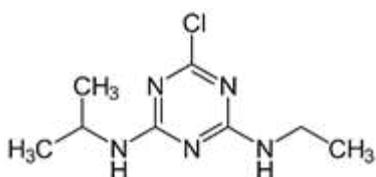
As respostas a esta questão irão depender da pesquisa realizada pelos estudantes. Dois exemplos que podem ser encontrados e deixamos aqui como sugestão são:

1º produto

a) Marca comercial = Atrazina CCAB 500 SC

Princípio ativo = Atrazina

b)



Fórmula molecular: $C_8H_{14}ClN_5$

Massa molar: 215,5 g/mol

c) Amina, haleto orgânico

d) Herbicida

e) Triazina

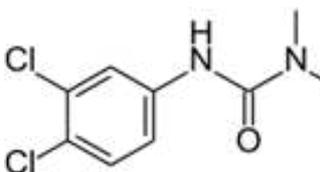
f) Classificação toxicológica 4 - pouco tóxico

2º produto

a) Marca comercial = Diox

Princípio ativo = diurom

b)



Fórmula molecular: $C_9H_{10}Cl_2N_2O$

Massa molar: 233,0 g/mol

c) Amida e haleto orgânico

d) Herbicida

e) Ureia

f) Classificação toxicológica 4 - pouco tóxico

CAPÍTULO 4



Mãos à obra - pág. 75

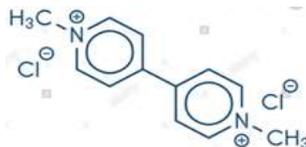
RESPOSTA

a) $DL50\ 2937\text{mg/kg} = 2937\ \text{mg} \times 70 = 205590\text{mg}$ ou 205, 59g

b) (Sugestão) Os valores são parâmetros baseados em pesquisas com animais e não com seres humanos. Então, são apenas uma base, devemos levar em consideração que podem ser mais nocivos para o nosso organismo do que os que são indicados.

c) Os principais cuidados que os agricultores devem tomar são utilizar os EPI da maneira correta, ler atentamente os rótulos e realizar as aplicações na dosagem indicada e com os devidos cuidados.

d) Fórmula molecular $C_{12}H_{14}Cl_2N_2$
Funções orgânicas = piridina, haleto orgânico



Alguns sintomas de intoxicação: causar sensação de queimação na boca e na região retroesternal, náusea, vômito, dor abdominal e diarreia. Se o produto contiver um agente emético, o Vômito pode ser severo e repetido, e causar distúrbios hidroeletrolíticos. Primeiros socorros: procure logo um serviço médico de emergência levando embalagem, rótulo, bula e/ou receituário agrônômico do produto.



Vamos pensar um pouco! - pág. 77

São respostas pessoais, porém citamos alguns posicionamentos que o professor pode abordar.

1) Primeiramente, os testes são feitos em animais, principalmente em ratos. Diante dos resultados nas análises, nesses animais, são realizados estudos e previsões sobre quais serão os impactos nos organismos humanos. Não há como realizar o teste em organismos humanos, mas há estudos sobre os casos de intoxicação já confirmados em seres humanos.

2) Não. Existem reações comuns aos organismos, mas cada organismo pode reagir de maneira diferente.

3) Ao misturar produtos diferentes não se pode saber quais novos produtos serão formados e, assim, não dá para prever o nível de toxicidade da mistura.

4) Resposta pessoal. A leitura do artigo pode ajudar os estudantes a discutirem e se posicionarem perante o assunto.



Vamos pensar um pouco! - pág. 81

RESPOSTAS

1) (Resposta pessoal)

2) Não é fácil relacionar a intoxicação crônica com os agrotóxicos, pois a pessoa pode relacionar os sintomas a outras situações. É preciso fazer exames e analisar o histórico do paciente para comprovar a intoxicação por agrotóxicos

CAPÍTULO 5



Mãos à obra - pág. 88

RESPOSTA	
Gatos	↳ lagartos de Bornéu ↳ ratos
	↳ baratas, mosquitos, pernilongos ↳ baratinhas da palha do coqueiro
2) Altas temperaturas aumentam a taxa metabólica dos insetos, que irão se alimentar mais e, conseqüentemente, se multiplicar ao longo do ciclo da cultura.	
3) Produtores = os coqueiros Consumidores primários = baratinhas da palha do coqueiro Consumidores secundários = lagartos de Bornéu Consumidores terciários = os gatos	
4) Poderia. Se o predador dos pernilongos não tivesse um predador para ele mesmo, ou seja, um inimigo natural, ele iria ter alimento em abundância e iria se reproduzir descontroladamente, gerando outro desequilíbrio ambiental.	
5) Matando todos os fungos e bactérias não haveria mais os decompositores, causando outro desequilíbrio.	
6) O bioma cerrado.	



Trabalho em equipe - pág. 89

RESPOSTAS
Alguns exemplos de desequilíbrios ecológicos no Brasil são a diminuição da quantidade de peixes em rios do Pantanal; queimadas e desmatamento causando a diminuição da biodiversidade e empobrecimento do solo; invasão de animais silvestres nas cidades, causada pelo desmatamento de seu habitat, entre vários outros exemplos que podem ser utilizados.

CAPÍTULO 6



Vamos pensar um pouco! - pág. 97

RESPOSTAS
1) Alguns itens que podem ser levados em consideração são a leitura dos rótulos, comparação dos preços, verificação dos princípios ativos dos produtos.
2) Pessoal

CAPÍTULO 7



Vamos pensar um pouco! - pág. 101

RESPOSTAS
1) O problema é que essas substâncias são tóxicas e precisam ser utilizadas com cuidado, respeitando o modo de utilização que consta nos rótulos.
2) Resposta Pessoal.
3) Resposta Pessoal. Algumas sugestões são cuidados como não utilizar perto do rosto das pessoas, ou em local com crianças ou pessoas com alergia respiratória, não utilizar perto de aquírios



Vamos pensar um pouco! - pág. 104

RESPOSTAS
1) Resposta pessoal.
2) Resposta Pessoal.
3) Resposta pessoal.
4) Resposta pessoal. (muitas vezes, os rótulos desses produtos são difíceis de ler, pois possuem letras muito pequenas).
5) Seria importante que houvesse uma maior divulgação dos cuidados e dos perigos na utilização desses produtos, assim como adequações nos rótulos para que fossem mais fáceis de ler.



Mãos à obra - pág. 111

RESPOSTAS

1- Leitura dos rótulos, seguir corretamente as instruções de uso, não misturar produtos químicos diferentes, guardar os produtos em local adequado, longe de crianças, de animais e de alimentos.

2- Resposta pessoal.

3- Os primeiros socorros dependem muito do tipo de intoxicação e da substância. Em casos emergenciais, a primeira opção é ligarmos para o SAMU (192). Mas muitos não sabem que existe um departamento específico para auxílio que englobam intoxicações: o Disque-Intoxicação (0800-722-6001), canal de comunicação criado em 2005 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Há, ainda, uma terceira possibilidade, que é ligar para o atendimento de emergência do fabricante do produto, cujo telefone se encontra nos rótulos e embalagens em questão. Também é importante, se possível, levar a embalagem do produto que causou a intoxicação, pois nessa há informações sobre os primeiros socorros e sobre as substâncias químicas presentes, que serão muito importantes para os médicos.

4- Pode-se observar se estão em lugar longe do alcance de crianças e de alimentos, se estão longe de locais com temperaturas elevadas, entre outros cuidados que estarão descritos nos rótulos dos produtos.



Hora da experiência - pág. 112

RESPOSTAS

1- Extração e filtração

2- Na mistura inicial há duas fases, uma sólida (flores) e outra líquida (álcool).

3- Reino: Plantae

Filo: angiosperma

Classe: eudicotiledóneas

Ordem: Asterales

Família: Asteraceae

Gênero: Chrysanthemum

Espécie: Chrysanthemum coronarium

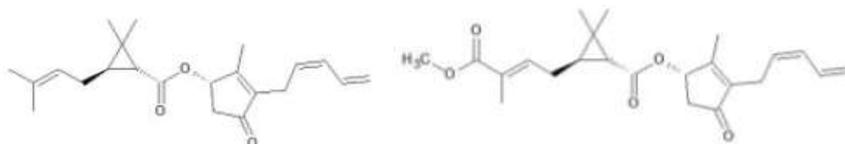
Este é apenas um exemplo, pois existem várias espécies de crisântemos.

4- Piretrina 1 = $C_{22}H_{30}O_3$

Piretrina 2 = $C_{23}H_{29}O_5$

Funções orgânicas = éster e cetona

São bons inseticidas caseiros, pois são pouco tóxicos para os seres humanos e se degradam rapidamente no meio ambiente.



Piretrina 1

Piretrina 2

CAPÍTULO 8



Vamos pensar um pouco! - pág. 120

RESPOSTAS

1- Entre várias profissões que podem ser citadas, vamos mencionar duas:

* Açogueiro: avental, touca descartável, luva em malha de aço, bota de PVC, calça frigorífica, óculos de proteção, protetor auditivo.

* Mecânico automotivo: luvas de proteção, calçados de segurança, máscara e óculos de segurança, uniforme com tecido adequado, protetor auricular.

2- Resposta pessoal. Pode-se ressaltar aqui a importância de nós, como empregadores, sermos responsáveis e tomarmos atitudes que contribuam para a segurança dos prestadores de serviços.

3- A cada dia são desenvolvidos materiais mais resistentes, leves, com materiais mais eficientes para a proteção e conforto das pessoas. A tecnologia e a ciência são os responsáveis por desenvolver e produzir esses materiais.



Para descontrair – pág. 121

RESPOSTAS

1- Avental	8- Máscara
2- Botas	9- Perneira
3- Capacete	10- Protetor solar
4- Cinto de segurança	11- Respirador
5- Colete refletivo	12- Touca árabe
6- Jaleco	13- viseira
7- Luvas	14- Óculos



Vamos pensar um pouco! – pág. 126

RESPOSTAS

O curso é sobre as normas de aplicação de agrotóxico e, na imagem, o trabalhador não está utilizando nenhum tipo de EPI, o que está totalmente errado e fora das normas.



Vamos pensar um pouco! – pág. 139

Algumas sugestões de abordagens são:

1) Alguns itens que podem ser encontrados na pesquisa são: pilhas, restos de medicamentos não utilizados ou vencidos, baterias, lâmpadas fluorescentes, etc.

2) Reaproveitar significa utilizar novamente um produto, reciclar é quando um material usado é transformado em um novo produto. A reciclagem é o processo no qual um material é utilizado como matéria-prima para outro produto, e este se apresenta com propriedades físicas e químicas diferentes.

3) A melhor maneira é a informação e conscientização dos produtores e uma fiscalização mais rigorosa.

CAPÍTULO 9



Vamos pensar um pouco! – pág. 147

RESPOSTAS

Essa questão não tem uma resposta correta. O que vale aqui é a participação dos estudantes nos debates de questões que levantam uma certa polêmica. Instigar os estudantes a pensarem, a questionarem seus pontos de vista, e as consequências das atitudes é uma boa alternativa.

CAPÍTULO 10



Vamos pensar um pouco! – pág. 162

RESPOSTAS

(Cada estudante pode ter uma sugestão) Em primeiro lugar deve haver uma maior fiscalização e punição por parte dos órgãos responsáveis. Nós podemos cobrar de nossos governantes estas ações.



Vamos pensar um pouco! – pág. 164

Poderá haver várias sugestões. A discussão das ideias, o respeito aos colegas e a troca de informações são essenciais para esses questionamentos.

1) Elas transmitem a mensagem que todos os alimentos estão contaminados por agrotóxicos. (Pessoal)

2) Podemos cobrar de nossos governantes ações mais eficazes que coíbam os agricultores de utilizarem os agrotóxicos de forma inadequada. Também podemos conscientizar, através de informações, os pequenos agricultores da nossa região sobre os perigos de se utilizar os agrotóxicos de maneira incorreta e indiscriminada.

3) Podem ocorrer pela ingestão, inalação de produtos que estão dispersos no ar, contato com produtos, seja na manipulação ou em locais em que o produto foi aplicado.

4) A sociedade pode cobrar do poder público leis mais eficientes e uma maior fiscalização. A Ciência e a tecnologia desenvolvem produtos mais eficientes e menos poluentes, gerando, assim, menos impactos ao meio ambiente.

CAPÍTULO 11

RESPOSTAS

As questões deste capítulo são pessoais, dependem da pesquisa dos estudantes e de discussões realizadas em sala de aula, bem como do contexto em que estão inseridos.

CAPÍTULO 12



Vamos pensar um pouco! – pág. 193

RESPOSTAS

O professor pode levantar discussões sobre as informações transmitidas nas propagandas, o que se utiliza como marketing para a venda de produtos e como o conhecimento, ou saber buscar informações é importante para não sermos enganados.



Vamos pensar um pouco! – pág. 201

O professor pode abordar e propor discussões sobre algumas ideias. (sugestão)

A radioatividade foi usada nas bombas atômicas, causando destruição catastrófica. No entanto, a radiação também é utilizada na medicina, em aparelhos como RX e em tratamentos de radioterapia e radiofármacos, na produção de energia elétrica, na irradiação de alimentos, e outros usos. Esses são apenas alguns exemplos, os estudantes podem citar vários outros.

REFERÊNCIAS

AGROFIT (Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários). Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1988. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 20 fev. 2020.

Alimentação alterou o modo de falar do homem ao longo da evolução. **Jornal Correio Brasiliense**, Brasília, 15 mar. 2019. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2019/03/15/interna_ciencia_saude,743092/alimentacao-alterou-modo-de-falar-do-homem-ao-longo-da-evolucao.shtml. Acesso em: 20 jun. 2020.

ALMEIRA, Raul Porfiro de; SOUSA, Raimundo Nonato Lopes de; BARROS, Luiz Carlos de Sá. **Receituário Agrônomo - Prescrição Técnica de agrotóxicos**. João Pessoa, CREA-PB, 2015. Disponível em: <https://creapb.org.br/site/wp-content/uploads/2016/12/Cartilha-Receitua%CC%81rio-Agrono%CC%82mico.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ALVES, Letícia. Inseticidas domésticos podem afetar sistema neurológico de crianças. Hoje em dia. Belo Horizonte, 29 jun. 2015. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/inseticidas-dom%CC%A9sticos-podem-afetar-sistema-neurol%CC%B3gico-de-crian%CC%A7as-1.312628>. Acesso em: 28 jun. 2020.

AMORIN, Lilian; RESENDE, Jorge Alberto Marques; FILHO, Armando Bergamin (ed). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 5ª ed. v. 1. Ouro Fino - MG: Agrônômica Ceres, 2018.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Relatório anual 2017-2018, Brasília-DF, 2019. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%CC%B3rio+%E2%80%93+PARA+2017-2018_Final.pdf/e1d0c988-1e69-4054-9a31-70355109acc9. Acesso em: 10 ago. 2020.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; BRAIBANTE, Hugo Tubal Schitz (org.). **Temáticas para o ensino de química: contribuições com atividades experimentais**. Curitiba: CRV, 2019.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**. v. 34, n. 1, p. 10-5, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf. Acesso em: 06 abr. 2020

BRANCO, Samuel Murgel. **Natureza e Agroquímicos**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

BRASIL. Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm#:~:text=23%20e%2024%20da%20Constitui%C3%A7%C3%A3o,armazenamento%20e%20o%20transporte%20interno. Acesso em: 25 ago. 2020.

BRASIL. Projeto de Lei Nº 6299, de 13 de março de 2002. Altera os Art. 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1654426. Acesso em: 25 ago. 2020.

CARDOSO, Eliezer de Moura. **Aplicações da Energia Nuclear**. Apostila Educativa. Comissão Nacional de Energia Nuclear, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/aplicacoes-da-energia-nuclear.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

CARNEIRO, Fernando Ferreira (Org.). Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARRARO, Gilda. **Agrotóxicos e meio ambiente: Uma proposta de Ensino de Ciências e de Química**. Porto Alegre, 1997. Disponível em: http://www.quimica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/AIQ_2011/agrotoxicos_ufrgs.pdf. Acesso em: 15 fev. 2020.

CARSON, Raquel. Primavera Silenciosa. 1.^a ed. São Paulo: Gaia, 2010.

CESIMBRA, Carina Moreira. **Uso de Agrotóxicos ou produtos fitossanitários**. Embrapa Semi-Árido/FAO. Petrolina, PE; 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/154736/uso-de-agrotoxicos-ou-produtos-fitosanitarios>. Acesso em: 13 jul. 2020.

DALLEGRAVE, Alexandro. **Inseticidas piretróides: do desenvolvimento analítico ao nível de resíduos em alimentos de origem animal**. 2017 129p. Tese, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/171689/001052721.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mar. 2020.

DIEL, Cristiane; FACCHINI, Luiz Augusto; DALL'AGNOL, Marinel Mór. Inseticidas domésticos: padrão de uso segundo a renda per capita. Revista de Saúde Pública, v. 37, n. 1, p. 83-90, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rsp/v37n1/13548.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

Environmental health criteria 94; WHO; Genebra, 1990. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc94.htm>. Acesso em: 05 ago. 2020.

FÁVARO, Carla Fernanda. Ecologia Química dos Percevejos Agroeucs griséus, Pallantia macunaima e Pellae stictica. 2012. 206p. Tese, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: Ensino Médio, v. 3. 2^o ed. São Paulo: Ática, 2017.

GALLO, Domingos; NAKANO, Octavio; NETO, Sinval Silveira; CARVALHO, Ricardo Pereira Lima; BAPTISTA, Gilberto Casadei de; FILHO, Evoneo Berti Filho; PARRA, José Roberto Postali; ZUCCHI, Roberto Antônio; ALVES, Sérgio Batista; VENDRAMIM, José Djair; MARCHINI, Luis Carlos; LOPES, Roberto Spotti; OMOTO, Celso. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GAZZIEIRO, Dionísio Luiz P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pd/v33n1/0100-8358-pd-33-01-00083.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020.

GOULART, H. F.; LIMA, M. R.F.; MORAIS, R. K. S.; BERNARDO, V. B. Feromônios: uma alternativa Verde para o Manejo Integrado de Pragas. Revista Virtual Química. Vol. 7, n. 4, 2015. p. 1205-1224. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v7n4a12.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

GUAZZELLI, Maria José; SPERB, Miriam (organizadores). **Agrotóxicos: Guerra química contra a saúde e o meio ambiente**. Fundação CEPEMA. Disponível em: <http://www.centroecologico.org.br/cartilhas/Agrotoxicos.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

GUIATI, Bárbara Guerra de Souza; GONÇALVES, Matheus Xavier; REED, Elaine. Inseticidas domésticos – composição química, riscos e precauções na sua manipulação. Revista Estudos, Goiânia, v. 14, n. 1, jan. - mar. 2014. Disponível em: <http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/3367/1954>. Acesso em: 24 ago. 2014.

HIRATA, Rodobiko. Piretróides: Estrutura química – atividade biológica. **Química Nova**, v. 18, n. 4, 1995. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol18No4_368_v18_n4_08.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia Hoje**, v. 3. 3^o ed. São Paulo: Ática, 2017.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **Bio**, volume 1. 3. Edição. São Paulo: Saraiva, 2016.

Manual de Segurança e Saúde do aplicador de produtos fitossanitários/ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. Campinas, São Paulo: Linea Creativa, 2006. Disponível em: <https://www.casul.com.br/arquivo/imagem/45c48cce2e2d7fbdea1afc51c7c6ad26SegSaudeFinal.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.

Manual de Orientações de uso dos equipamentos de proteção individual – EPI. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2019. Disponível em: http://www.ufvjm.edu.br/proace/pae/doc_view/1116-.html. Acesso em: 15 mar. 2020.

MARQUES, Leandro. **Modo de aquisição da dose do inseticida**, 2018. Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/modo-de-aquisicao-da-dose-do-inseticida/>. Acesso em: 05 ago. 2020.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

NASCIMENTO, Luciano; MELNYK, Anastasiia. A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 1, n. 1, jan/jul 2016. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/mangaio/article/viewFile/1879/995>. Acesso em: 10 mar. 2020.

PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa (org.). **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003.

PONS, Miguel Angel. **História da Agricultura**. 2. ed. ampl. Caxias do Sul: Ed. Maneco, 2008.

RIBAS, Priscila Pauly; MATSUMURA, Aínda Terezinha Santos. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, jul./dez. 2009.

RIBEIRO, Daniel das Chagas de Azevedo. **A temática agrotóxicos e a metodologia de resolução de problemas no ensino de Ciências**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2018.

ROMAM, Erivelton Scherer; OLIVEIRA, Maria Alice Santos. **Inseticidas piretróides no controle de pragas**. Porto Velho, Embrapa/UEPAE, 1983.

SANTOS, Juliana Piana; POLINASKI, Celso Aparecido. **Ação local efeito global: quem são os agrotóxicos? Projeto O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**, Paraná, 2012. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_unioeste_cien_artigo_juliana_piana.pdf. Acesso em: 07 jun. 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. (coord.). **Química Cidadã: volume 2**. São Paulo: Editora AJS, 2016.

SILVA, Jandira Maciel da; NOVATO-SILVA, Eliane; FARIA, Horácio Pereira; PINHEIRO, Tarcísio Márcio Magalhães. Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do agricultor rural. **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csc/v10n4/a13v10n4.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SILVA, Magna Santos; LÚCIO, Vanessa Hana Gomes; SANTOS, Aldemir Feitosa dos. A importância da comunicação química para os insetos. **Revista Ambientale**. Revista da Pós-Graduação em Gestão Ambiental/UNEAL. Ano 2, vol. 2, ano 2010.

SINITOX, Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas. **Evolução dos casos registrados de intoxicação humana por agente tóxico**. Brasil, 2017. Disponível em: <https://sinitox.iciet.fiocruz.br/portal-sobre-agrot%C3%B3xicos>. Acesso em 15 mar. 2020.

TORRES, Patrícia Lupion. (org.) **Alguns fios para entretecer o pensar e agir**. Curitiba: SENAR-PR: 2007.

VASCONCELOS, Yuri. Inseto contra inseto. **Revista Pesquisa Fapesp**, n.194, maio, 2012. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/05/Pesquisa_195-26.pdf. Acesso em: 10 jul. 2020.

VITAL, Nicholas. Agradeça aos agrotóxicos por estar vivo. 1ª ed. Rio de Janeiro; Record, 2017.

VITAL. Hélio de Carvalho; JUNIOR. Murillo Freire. EMBRAPA. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fjlb22hl02wyiv80sq98yq94hs31y.html. Acesso em: 27 ago. 2020.

ZARBIN, Paulo H. G.; RODRIGUES, Mauro A. C. M.; LIMA, Eraldo R. Feromônios de insetos: Tecnologia e Desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**. Vol. 32, n. 3, ano 2009. Pag. 722-731. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a16v32n3.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ORIENTAÇÕES AOS PROFESSORES

Apresentação

Em todos os setores da atividade humana o conhecimento cresce em ritmo acelerado. Tentar acompanhar esse crescimento deve ser para todos um procedimento diário. No entanto, não basta acompanhar, temos que participar. Para isso precisamos, além de buscar informações, compreendê-las e relacioná-las com nosso cotidiano, nos tornando cidadãos críticos e participativos.

Neste paradidático, procuramos trabalhar com o enfoque CTSA relacionado ao tema dos agrotóxicos, muito presente no Estado de Mato Grosso. Segundo Santos e Schnetzler (2015)¹⁵, o ensino CTSA se caracteriza pela organização conceitual centrada em temas sociais, pelo desenvolvimento de atitudes de julgamento e tomada de decisão, e por uma concepção de Ciência voltada para o interesse social, visando compreender as implicações sociais e ambientais do conhecimento científico e tecnológico.

A interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade propiciam o desenvolvimento de valores, ideias e reflexões por meio de estudo de temas locais, nacionais ou globais. Os temas denominados CTSA também podem ser chamados de temas sociocientíficos, pois se referem às questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à Ciência e à Tecnologia. Segundo Santos e Schnetzler (2015), a inclusão de temas sociocientíficos é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de esses evidenciarem as inter-relações dos aspectos da Ciência, Tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos.

Partindo do pressuposto de que a escola não é um espaço neutro e que se deve adotar um posicionamento crítico, com objetivo de formar cidadãos críticos, capazes de exercerem sua cidadania e se posicionarem frente aos problemas de sua comunidade, tomando decisões, com consciência do seu papel na sociedade, como indivíduos capazes de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para todos, propomos a abordagem de questões sociocientíficas (QSC) no ensino do tema *agrotóxicos*.

A escolha do tema *agrotóxicos* como uma questão sociocientífica ocorreu a partir de algumas observações e alertas com relação à saúde pública, à contaminação ambiental, ao manuseio incorreto de EPI, ao uso excessivo desses insumos e por se tratar de um assunto que faz parte da realidade dos estudantes e professores envolvidos nesta pesquisa. Dessa forma, “possibilita situar os estudantes em um contexto real; há opiniões divergentes na comunidade científica; atende as

15. SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos Santos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Educação em Química: Compromisso com a cidadania. 4. ed. rev. atual. Ijuí: Ed. Unijuí, 2015.

características atribuídas às questões sociocientíficas”.

As questões sociocientíficas tratadas no paradiático envolvem os agrotóxicos, que são temas presentes no **cotidiano dos estudantes** e muito divulgados na mídia, como ficou demonstrado na seção “SAIU NA MÍDIA”; **tema controverso**, pois ao mesmo tempo que aumenta a produtividade, causa danos à saúde humana e ao meio ambiente; tem **relação com a Ciência e a Tecnologia** e, nesse sentido, essa característica é atendida pela temática dos agrotóxicos na medida em que a Ciência e a Tecnologia estão, constantemente, envolvidas na busca por defensivos agrícolas mais eficientes e menos tóxicos, bem como sementes transgênicas, visando maior produção de alimentos em detrimento da saúde e bem-estar da sociedade. Da mesma maneira, estudos científicos são realizados para compreender os impactos dos *agrotóxicos* no homem, na sociedade e no meio ambiente, alertando os cientistas e a comunidade sobre a sua responsabilidade perante os efeitos da Ciência e Tecnologia na Sociedade.

O tema *agrotóxico* tem **significado social, local e global**, pois envolve problemas locais como a intoxicação de agricultores e suas famílias, a contaminação das águas e do solo, causando intoxicações agudas e crônicas, substituição de mão de obra dos agricultores pela tecnologia e desvalorização dos saberes tradicionais de quem vive do e no campo. Assim, procurou-se na seção “VAMOS PENSAR UM POUCO?!” incentivar os estudantes a discutirem, pesquisarem e trocarem informações, tomarem decisões e procurarem soluções para vários problemas sociais envolvendo a temática dos agrotóxicos.

Na seção “MÃOS À OBRA”, os estudantes terão a oportunidade de relacionarem o tema agrotóxico, conhecimentos científicos e cotidiano. Ainda, nessa seção, procuramos algumas sugestões para que o professor possa buscar mais informações sobre o assunto e utilizar este material da melhor forma possível. Esperamos que nosso esforço em oferecer a você, prezado(a) professor(a), um bom material de apoio atenda as suas expectativas, colabore com seu trabalho e contribua para a formação de pessoas críticas e conscientes.

SUGESTÃO DE HABILIDADES¹⁶ E OBJETOS DE CONHECIMENTO

Neste quadro, damos sugestões de habilidades segundo a BNCC e dos objetos de conhecimento (conteúdos) que podem ser trabalhados em cada capítulo. Este quadro é apenas uma sugestão, dependendo de como o professor irá trabalhar

16. Habilidades de acordo com a BNCC, em que EM significa Ensino Médio, 13 indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio conforme definição dos currículos. As letras CNT indicam a área Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Os números finais indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois últimos números). A BNCC referente ao Ensino Médio pode ser acessada através do link: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 09 set. 2020.

o tema com o estudante. Uma sugestão é sempre iniciar a aula realizando um levantamento prévio sobre o conhecimento que os estudantes possuem sobre o tema a ser abordado.

CAPÍTULO	HABILIDADES	OBJETOS DE CONHECIMENTO
1- A História da Agricultura	EM13CNT101 EM13CNT201 EM13CNT203 EM13CNT206 EM13CNT301 EM13CNT303	<ul style="list-style-type: none"> - Evolução genética e biológica; - Características biológicas e evolutivas; - Ciclos biogeoquímicos (relacionado ao empobrecimento do solo pelas plantações); - Plantas; - Ecossistemas; - Seleção genética; - Saúde Humana; - Alimentação (carboidratos, lipídeos, proteínas etc.) - Tabela periódica; - Elementos químicos, número atômico, massa atômica; - Compostos químicos: carboidratos, lipídios, proteínas. - Meio ambiente; - História das Ciências.
2- Como surgiram os Agrotóxicos?	EM13CNT101 EM13CNT104 EM13CNT203 EM13CNT206 EM13CNT301 EM13CNT303	<ul style="list-style-type: none"> - Comunidades; - Ecossistema; - Equilíbrio ecológico; - Nomenclatura científica; - Tabela periódica; - Elementos químicos; - Massa molar; - Fórmula estrutural e molecular; - Classificação das cadeias carbônicas; - Solubilidade; - Compostos orgânicos e inorgânicos; - Funções orgânicas; - Compostos naturais e sintéticos; - Reações químicas; - Ligação iônica e covalente; - Resistência biológica.
3 - Afinal, o que são os agrotóxicos?	EM13CNT104 EM13CNT205 EM13CNT301 EM13CNT303 EM13CNT304	<ul style="list-style-type: none"> - Classificação científica dos seres vivos; - Seres vivos; - Meio ambiente; - Relação entre os seres vivos e o ecossistema; - Compostos orgânicos e inorgânicos; - Funções orgânicas; - Ligação iônica e covalente; - Elementos químicos; - Tabela periódica; - Fórmula molecular, estrutural. - Massa molar; - Tabela periódica; - Solubilidade; - Moléculas polares e apolares; - Interações moleculares; - Isomeria espacial (geométrica e óptica); - Reações orgânicas.

4 - A toxicidade dos agrotóxicos	EM13CNT104 EM13CNT203 EM13CNT206 EM13CNT301 EM13CNT303 EM13CNT304	- Substâncias puras e misturas; - Concentração comum e molar; - Dissolução e diluição; - Corpo Humano.
5 - Desequilíbrio ambiental	EM13CNT101 EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT202 EM13CNT203 EM13CNT206 EM13CNT301 EM13CNT303	- Cadeias alimentares; - Teias alimentares; - Fluxo de energia; - Pirâmides alimentares; - Desequilíbrio ecológico; - Medidas de proteção ao meio ambiente; - Relação harmônica e desarmônica; - Magnificação trópica.
6 - A importância dos rótulos e bulas	EM13CNT104 EM13CNT301 EM13CNT303 EM13CNT306	- Unidades de medida de massa e volume; - Concentração comum, molar e porcentagem; - Símbolos representativos (pictogramas).
7 - Você utiliza agrotóxicos em sua casa?	EM13CNT104 EM13CNT203 EM13CNT301 EM13CNT303 EM13CNT304 EM13CNT306	- Doenças transmitidas por insetos; - Corpo humano; - Meio ambiente; - Compostos químicos; - Substâncias simples e compostas; - Mistura homogênea e heterogênea; - Compostos orgânicos; - Fórmula estrutura e molecular; - Massa molar.
8 - Cuidados com a manipulação dos agrotóxicos	EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT203 EM13CNT206 EM13CNT303 EM13CNT304	- EPI; - Símbolos utilizados na Química e na Biologia; - Corpo humano; - Meio ambiente; - Poluição ambiental; - Reciclagem e reaproveitamento; - Diluição de soluções.
9 - Inseticidas utilizados como armas químicas.	EM13CNT104 EM13CNT303 EM13CNT304 EM13CNT305	- Funções orgânicas; - Corpo humano; - Biotecnologia; - Fórmula estrutural e molecular; - Ética.
10 - Os agrotóxicos e a saúde humana	EM13CNT104 EM13CNT203 EM13CNT303 EM13CNT304 EM13CNT306	- Corpo humano (sistemas e órgãos); - Importância da alimentação; - Produtos químicos.
11- Os agrotóxicos e o meio ambiente	EM13CNT101 EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT202 EM13CNT203 EM13CNT206 EM13CNT303 EM13CNT304	- Ecossistema; - Meio ambiente; - Aves e o equilíbrio ecológico; - Relações harmônicas e desarmônicas; - Poluição ambiental;

12- O que podemos fazer?	EM13CNT101 EM13CNT103 EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT202 EM13CNT203 EM13CNT205 EM13CNT206 EM13CNT303 EM13CNT304	<ul style="list-style-type: none"> - Isomeria espacial; - Feromônios; - Compostos e funções orgânicas; - Ecossistemas; - Meio ambiente; - Biotecnologia; - Predadores naturais; - Relações ecológicas; - Biodiversidade; - Equilíbrio biológico; - Interações entre as espécies; - Radioatividade.
--------------------------	--	--

SUGESTÃO DE FERRAMENTAS

Foram utilizadas algumas ferramentas na construção deste paradidático que podem ser interessantes para os professores. Sugerimos algumas aqui:

I. ACD / ChemSketch

É um pacote de desenho que permite desenhar estruturas químicas, incluindo orgânicos, organometálicos, polímeros e estruturas Markush. Também inclui recursos como cálculo de propriedades moleculares (por exemplo, peso molecular, densidade, refratividade molar etc.), limpeza e visualização de estruturas 2D e 3D, funcionalidade para nomear estruturas (menos de 50 átomos e 3 anéis). Possui versão gratuita. Fácil de utilizar.

Você baixar o programa pelo link: <https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>. Na página do Youtube “Ensinando e Aprendendo” existem dois vídeos tutoriais muito interessantes, que explicam como explorar o programa de maneira simples e bem explicada.

Vídeo Tutorial #1: Como desenhar estruturas químicas? Use o ChemSketch. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nzjLMip21e4>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Vídeo tutorial #2: Um pouco mais do que podemos fazer com o ChemSketch (e com o 3D Viewer). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ipd3z8gczU&t=375s>. Acesso em: 20 ago. 2020.

II. Criador de caça-palavras Geniol

É um programa on-line por meio do qual podemos criar caça-palavras de maneira bem simples e imprimir ou salvar em PDF. É gratuito. Você pode criar caça-palavras com nível fácil, médio e difícil. Você pode acessar o programa pelo link: <https://>

www.geniol.com.br/palavras/caca-palavras/criador/. Acesso em: 20 ago. 2020.

III. Criador de palavras-cruzadas Kurupira Crossword

É um software gratuito que você baixa em seu computador, para gerar palavras-cruzadas. Fácil de utilizar, você pode fornecer as palavras e as dicas e o programa gera as palavras-cruzadas, depois é só imprimir ou salvar em PDF. Você pode baixar o software no link: http://kurupira.net/pt/aviso_chrome2.html. Acesso em: 20 ago. 2020.

IV. Programa de captura de tela Screenpresso

O programa Screenpresso é uma excelente ferramenta de captura de tela, pois este funciona totalmente integrado ao Windows, não consome quase nada de memória quando é acionado e tem uma participação discreta no contexto geral do sistema. É um programa que lhe permite copiar as imagens ou fazer gravações de telas. Uma ótima ferramenta para nós, professores.

Você pode baixar o programa gratuitamente no link: <https://www.screenpresso.com/download/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

V. Socrative

Socrative é um aplicativo que permite a conferencistas/professores interagirem com o público/alunos a partir do smartphone, tablet, laptop ou computador. O programa permite dinamizar seu discurso, permitindo que você responda à plateia em seus aparelhos, contanto que esses disponham de conexão à Internet. Você tem acesso ao tutorial acessando o link: <https://nubiaduarquimica.blogspot.com/2020/01/socrative.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.

SUGESTÃO DE LEITURAS PARA OS PROFESSORES

1) ADAINE, Martha Bohrer; BOTEGA, Marcia Palma; ZANELLA, Renato. Agrotóxicos e meio ambiente: inserção do tema na escola através de uma abordagem interdisciplinar. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. 2, maio-ago. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/12823/pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

- O artigo relata o trabalho realizado com alunos do município de Agudos-RS sobre a temática agrotóxico, descrevendo as estratégias didáticas utilizadas.

2) AGROFIT (Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários). Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1988.

- O site traz informações sobre os aditivos químicos utilizados na agricultura, bem como qual a classe química, nome comercial e que empresa fabrica.

3) ANTUNES, Celso. **O uso inteligente dos livros didáticos e paradidáticos**. São Paulo: Paulus, 2012.

- O livro traz sugestões e observações de como podemos utilizar, de forma mais proveitosa, os livros didáticos e os livros paradidáticos.

4) ARAÚJO, Renato S.; MALHEIRO, João M. S.; TEIXEIRA, Odete P. B. Uma análise das analogias e metáforas utilizadas por um professor de Química durante uma aula de isomeria óptica. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/RSA-64-12.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

- O artigo traz uma investigação sobre três recursos que podem ser empregados em aulas de Química: analogias, metáforas e modelos pedagógicos.

5) BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

- O livro apresenta temas atuais, como o efeito estufa, a camada de ozônio e os pesticidas. Traz entrevistas com cientistas sobre o enfrentamento das sérias questões ambientais da atualidade.

6) BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**. v. 34, n. 1, p. 10-5, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf. Acesso em: 27 mar. 2019.

- Este trabalho descreve a história dos agrotóxicos e sua relação com os conteúdos de Química, bem como as consequências de sua utilização no meio ambiente e para a saúde do trabalhador.

7) BRANCO, Samuel Murgel. **Natureza e Agroquímicos**. 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2013.

- Tudo o que é utilizado para o controle de pragas, de ervas daninhas, ou até mesmo para aumentar a produção agrícola pode se tornar nocivo ao meio ambiente e ao próprio ser humano, se não for usado de maneira racional e cuidadosa. Este livro foi idealizado, principalmente, com o objetivo de

demonstrar que os agroquímicos, quando bem utilizados, podem ser excelentes auxiliares no combate às pragas das lavouras e muitas doenças, como a malária e a dengue; porém, quando mal utilizados, podem produzir alterações e desequilíbrios, causando desastres ecológicos irreversíveis.

8) BRANCO, Samuel Murgel. **Natureza e seres vivos**. São Paulo, Moderna, 2013.

- Você já ouviu falar em cadeias alimentares, seres decompositores e fotossíntese? Estes são alguns dos conceitos que você conhecerá neste livro. O material mostra como cada elemento da cadeia alimentar é importante para o equilíbrio da natureza. Ao ler esta obra, você perceberá a importância dos seres humanos para a preservação do meio ambiente, à medida que eles se relacionam com os lugares onde vivem, estabelecem um modo de vida e utilizam os recursos naturais. Desenvolver a consciência para a preservação do meio ambiente é fundamental para não comprometer seu equilíbrio. Você também tem um papel importante nessa tarefa.

9) BRANCO, Samuel Murgel. **Transgênicos**: inventando seres vivos. São Paulo, Moderna, 2013.

- Há milhares de anos, o homem vem melhorando os seres vivos que utiliza para alimentação: plantas mais nutritivas e mais adaptadas ao cultivo, animais com melhores características e micro-organismos mais eficientes. A produção de transgênicos é a mais moderna das técnicas usadas para esse fim. Os transgênicos são o resultado da modificação das características hereditárias das espécies vivas, por meio de técnicas de biologia molecular. Isso representa muito do sonho humano de transformar a natureza. Este livro apresenta uma visão geral sobre os transgênicos, sua história e sua importância para a humanidade, explicando as técnicas hoje utilizadas e mostrando por que o assunto é sempre tão polêmico.

10) CARRARO, Gilda. Agrotóxicos e meio ambiente: Uma proposta de Ensino de Ciências e de Química. Porto Alegre, 1997.

- Livro que traz informações sobre os agrotóxicos, classificação, impactos à saúde e ao meio ambiente.

11) CAVALCANTI, Jaciene Alves; FREITAS, Juliano Carlo Rufino de; MELO, Adriana Cristina Nascimento de; FILHO, João R de Freitas. Agrotóxicos: Uma temática para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. v. 32, n. 1, p. 31-6, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc32_1/07-RSA-0309.pdf. Acesso em: 29 mar. 2019.

- O artigo descreve uma intervenção didática desenvolvida com estudantes das 1ª, 2ª e 3ª séries do Ensino Médio, na qual se relacionou a Química com Agrotóxicos.

12) CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (organizadores). **Questões sociocientíficas**: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador, EDUFBA, 2018.

- O livro aborda vários temas relacionados às Questões Sociocientíficas (QSC). A primeira parte apresenta os “fundamentos teóricos” das QSC. A segunda parte apresenta 14 propostas de ensino baseadas em Questões Sociocientíficas (e Questões Sociotecnológicas), explorando temas diversos e atuais de expressiva repercussão que põem em questão a sustentabilidade, em sentido amplo, como aqueles provocados pelo uso de agrotóxicos, poluição hídrica, medicalização da vida, transgênicos, as questões de produção e uso de energia (hidráulica, eólica, nuclear), a exploração de minérios e a manipulação climática. A terceira e última parte é dedicada à abordagem de perspectivas e experiências para a construção de possibilidades educativas, a partir da articulação de Questões Sociocientíficas e Sociotecnológicas nos diversos níveis da educação em Ciências e Tecnologias na construção de propostas de ensino, envolvendo resultados de pesquisas realizadas no Brasil, em Portugal, na Colômbia e no Canadá.

13) FERNANDES, Carolina dos Santos.; STUANI, Geovana Mulinari. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. **Revista Educação & Realidade**. Porto Alegre, v. 40, n. 3, p. 745-762, jul./set. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/edreal/v40n3/2175-6236-edreal-45796.pdf>. Acessado em: 15 fev. 2020.

- O artigo tem como foco analisar e discutir as compreensões de estudantes do curso de Licenciatura em Educação do Campo da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) a respeito da temática dos agrotóxicos no ensino de Ciências.

14) GUIMARÃES, João Roberto Penna de Freitas. Disruptores endócrinos no meio ambiente: um problema de saúde pública e ocupacional. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/trabalhador/pdf/texto_disruptores.pdf. Acesso em: 17 de jul. 2020.

- Este artigo trata de um assunto pouco conhecido no Brasil, mas de importância toxicológica relevante: disruptores endócrinos. São mostrados os conceitos destas substâncias químicas e seus efeitos na saúde humana, bem como são relatadas as áreas da Baixada Santista que se encontram contaminadas

com produtos químicos que possuem ação disruptora endócrina.

15) KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? **Revista Química Nova na Escola**, n. 12, nov. 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a06.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

- Neste artigo se propõe um desafio para o professor de Ciências: que ele eleja o tema da “fotossíntese” para o exercício do ensino. A fotossíntese, em conjunto com outros processos fisiológicos, cumpre uma importante função vital nos vegetais: a nutrição autotrófica. Esta requer o conhecimento integrado de diferentes áreas do conhecimento científico, como fisiologia, bioquímica, ecologia, além das áreas da física e química, dadas as diversas conversões de energia envolvidas nos processos respiratórios e fotossintéticos.

16) LAUTHARTTE, Leidiane Caroline; FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo Ernesto. Bulas de medicamentos, vídeos educativos e biopirataria: uma experiência didática na Amazônia. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 3, ago. 2011. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_3/178-RSA06210.pdf. Acesso em: 20 ago. 2020.

- Este artigo relata atividades envolvendo a leitura de bulas de medicamentos, a discussão relacionada a um vídeo sobre a síntese de fármacos, textos sobre biopirataria e um debate por meio de um júri químico.

17) MELLO, Laura Freire; FONSECA, Eril Medeiros; DUSO, Leandro. **Agrotóxicos no Ensino de Química**: proposta contextualizada através de um jogo didático. Revista eletrônica Ludus Scientiae. V.2, n. 1, jan./jun. 2018. Disponível em <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/928/1281>. Acesso em: 20 ago. 2020.

- O artigo traz um jogo, no formato de trilha, sobre os agrotóxicos. Apresenta as cartas perguntas, respostas e surpresa, bem como a maneira de confeccionar e jogar a trilha.

18) MENEZES FILHO. Ética, método e experimentação animal: a questão do especismo nas ciências experimentais. Cadernos de Pesquisa, São Luís, v. 18, n. 3, 2011. Disponível em: ???

- Análise das questões éticas suscitadas pelo uso dos animais para fins científicos na atualidade.

19) MINC, Carlos. **Ecologia e Cidadania**. São Paulo, Moderna, 2005.

- Para se falar em Ecologia não há receita única, pois seus parâmetros e abordagens devem ser diferentes para cada classe social, uma vez que sua percepção está ligada às vivências sociais concretas. Este livro aborda a ecologia de maneira integrada à cidadania e ao cotidiano, com o objetivo de mostrar como se forma a consciência ecológica e como esta pode transformar a economia, a saúde, as tecnologias, as cidades, o comportamento, ou seja, transformar a qualidade de vida das populações humanas.

20) Ministério da Agricultura. Site.

- Neste portal é possível acessar notícias, informações técnicas, legislação vigente e a listagem dos OGMs (Organismos Geneticamente Modificados) autorizados no país, além de outras informações sobre diversos temas relacionados à agricultura e ao uso do solo no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/vegetal/organismos-geneticamente-modificados>. Acesso em 17 de jul. de 2020.

21) PANIZATO. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/05-EA-43-11.pdf. Acesso em: 20 ago. 2020.

- O artigo aborda a temática dos medicamentos na tentativa de contextualizar o ensino de funções orgânicas na disciplina de Química.

22) PINHEIRO, Denise Maria; PORTO, Karla Rejane de Andrade; MENEZES, Maria Emília da Silva. **A química dos alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais**. Maceio: UFAL, 2005.

- Livro da série Conversando sobre Ciências em Alagoas traz as estruturas químicas dos compostos e a importância biológica de cada um desses para o organismo humano.

23) REINACH, Fernando. **A longa marcha dos grilos canibais: e outras crônicas sobre a vida no planeta Terra**. São Paulo, Companhia das Letras, 2010.

- Este livro apresenta dezenas de crônicas bem-humoradas que buscam aproximar a Ciência de todos. O autor conta descobertas e enigmas de diversas áreas da Ciência e passeia pelas mais diversas manifestações de vida. São textos curtos, que levam à reflexão sobre o que é ser humano e qual o seu lugar e papel. As crônicas mostram que o ser humano domesticou centenas de espécies de plantas e animais para uso próprio, causando

danos profundos ao Planeta, os quais tenta consertar de forma muitas vezes desastrosa.

24) RODRIGUES, Rosicler Martins. **O mundo das plantas**. São Paulo, Moderna,

- As plantas estão por toda a parte, até mesmo nas cidades, em que a natureza deu lugar ao concreto e ao asfalto. Observar as plantas, conhecer como essas vivem e se reproduzem, saber de que maneira transformam substâncias do ar, da água e do solo em alimentos que sustentam a vida terrestre é o primeiro passo para compreender a natureza e respeitar os seres que dessa fazem parte. Com linguagem simples e rigor científico, a autora, bióloga, mostra a importância que as plantas têm em nossa vida e discute a necessidade de preservarmos os ambientes naturais em que essas vivem.

25) ROSSASI, Lucilei Bodaneze; POLINARSKI, Celso Aparecido. Reflexões sobre metodologia para o ensino de Biologia: uma perspectiva a partir da prática docente. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/491-4.pdf>. Acesso em: 17 jun. de 2020.

- Este artigo é resultado de uma pesquisa com professores de Biologia sobre as dificuldades e os resultados não satisfatórios encontrados em suas práticas docentes. Para isso, fez-se uma investigação a respeito dos procedimentos metodológicos, da contextualização dos conteúdos, dos recursos utilizados e de como ocorrem os encaminhamentos e as correções das atividades.

26) SANTAMARTA, José. A ameaça dos disruptores endócrinos. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v. 2, n. 3, 2001. Disponível em: <https://acpo.org.br/arquivos/pagina-biblioteca/agenda-marrom/interferentes-hormonais/6-santamarta-interferentes-hormonais.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2020.

- O autor resgata aspectos centrais das pesquisas já realizadas para alertar a todos nós que estamos sendo vítimas de certas substâncias químicas que, por diferentes mecanismos, estão afetando especialmente os processos reprodutivos de aves e mamíferos. Tais substâncias, agindo no sistema endócrino, inclusive dos seres humanos, podem colocar em risco nossa sobrevivência como espécie.

27) SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14 (2), p.191-218, 2009. Disponível em:

<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/355/222>. Acesso em: 18 maio 2020.

- Neste artigo são apresentados resultados de pesquisa sobre a introdução de aspectos sociocientíficos (ASC) em sala de aula, com o propósito de identificar potencialidades e limitações desse processo e implicações para o currículo e para o processo de formação de professores.

28) SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos Santos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 4. ed. rev. atual. Ijuí: Ed. Unijuí, 2015.

- É uma obra dedicada ao ensino de Química, cujos fundamentos em termos de princípios para a formação da cidadania são de interesse para todos que trabalham no ensino de Ciências.

29) Sites. Natureza e interação: relações ecológicas. Proposta de aula cujo objetivo é ensinar o aluno a identificar interações ecológicas. Envolve conceitos básicos de ecologia. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1530>. Acesso em 17 de jul. de 2020.

30) Vídeo. **A vida das plantas**, de David Attenborough (Inglaterra, 1995). Documentário dublado. Produção BBC. Duração 40 min. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=o0CSQ4PIbqA>. Acesso em 17 de jul. de 2020.

- O documentário, produzido pela rede britânica BBC, explora diferentes aspectos da vida das plantas e sua busca pela sobrevivência, como crescimento, floração, interação com outras plantas e animais e adaptação às mais adversas condições. Por meio de belíssimas imagens captadas através de técnicas de fotografia rápida, é possível observar as plantas em ação.

INDICAÇÃO DE REVISTAS DA ÁREA DE ENSINO

- 1) Ciência Hoje <https://cienciahoje.org.br/>
- 2) Education in Chemistry. <https://edu.rsc.org/eic>
- 3) Enseñanza de las Ciencias. <https://ensciencias.uab.es/>
- 4) International Journal of Science Education. <https://www.tandfonline.com/toc/tsed20/current>

- 5) Journal of Chemical Education. <https://pubs.acs.org/journal/jceda8>
- 6) Química Nova. <http://quimicanova.sbq.org.br/>
- 7) Química Nova na Escola. <http://qnesc.sbq.org.br/>
- 8) Revista Virtual de Química. <http://rvq.sbq.org.br/>
- 9) Scientific American Brasil. <http://www.modernadigital.com.br/main.jsp?lumPageId=3BBD918A2560F6DF01257DEA31ED0BD0&p=1>
- 10) Revista Unesp Ciência. <http://unespciencia.com.br/>

