



Universidade de Aveiro Departamento de Biologia
2019

**MARCELA
GOMES ATAÍDE**

**A INFOGRAFIA COMO FERRAMENTA DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: O CASO DO HERBICIDA
GLIFOSATO**



Universidade de Aveiro Departamento de Biologia
2019

**MARCELA
GOMES ATAÍDE**

**A INFOGRAFIA COMO FERRAMENTA DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: O CASO DO HERBICIDA
GLIFOSATO**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Aplicada com Especialização em Ilustração Científica, realizada sob a orientação científica do Mestre Fernando Jorge Simões Correia, e Doutora Susana Patrícia Mendes Loureiro, Professora Auxiliar com Agregação, do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

DECLARAÇÃO

Declaro que este relatório é integralmente da minha autoria, estando devidamente referenciadas as fontes e obras consultadas, bem como identificadas de modo claro as citações dessas obras. Não contém, por isso, qualquer tipo de plágio quer de textos publicados, qualquer que seja o meio dessa publicação, incluindo meios eletrônicos, quer de trabalhos acadêmicos.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Adelaide Almeida

Professora Auxiliar com Agregação do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Susana Patrícia Mendes Loureiro

Professora Auxiliar com Agregação do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

Doutor Joaquim Pedro Santos Mercês Ferreira

Investigador auxiliar do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar da Universidade de Aveiro

palavras-chave

comunicação científica, ilustração científica, linguagem visual, infográficos, agroquímicos, glifosato

resumo

A comunicação de ciência é um fator preponderante para a evolução do pensamento crítico e para o exercício da cidadania. As atuais possibilidades de transmissão e transferência de informação permitem uma difusão (disseminação e divulgação) mais eficaz do conhecimento científico e, conseqüentemente, através da conscientização, um maior envolvimento dos cidadãos na tomada de decisões. Com este projeto, pretende-se criar um modelo de comunicação visual que contribua para uma melhor e mais consistente divulgação do conhecimento científico a um público mais abrangente e não especializado. A ilustração científica é empregue como um recurso visual contributivo no aumento da eficácia do processo de compreensão e assimilação, na interpretação e na memorização de dados resultantes da investigação científica. O desenvolvimento de infográficos baseados na transposição de dados científicos para uma representação mais gráfica faz parte do seu domínio. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os aspetos conceituais que relacionam a divulgação científica com o uso de recursos visuais, bem como o caráter informativo, argumentativo e pedagógico da ilustração científica e dos infográficos. Em seguida e recorrendo à elaboração de textos e imagens para artigos, analisa-se a relevância potencial deste modelo na capacidade de análise e compreensão dos conteúdos e problemáticas complexas por um público não especializado.

keywords

science communication, scientific illustration, visual language, infographics, agrochemicals, glyphosate

abstract

The communication of science is a major factor for the evolution of critical thinking and the exercise of citizenship. The current possibilities for the transmission and transfer of information allow a more effective diffusion (dissemination and divulgation) of scientific knowledge and, consequently through awareness, greater involvement of citizens in decision making. This project aims to create a visual communication model that contributes to a better and more consistent divulgation to a broader and unskilled audience. Scientific illustration is used as a visual resource that contributes in increasing the efficiency of the process of understanding, assimilating, interpreting and memorizing data resulting from scientific research. The development of infographics based on the transposition of scientific data to a more graphical representation is part of its domain. First, a bibliographical research was carried out on the conceptual aspects that relate scientific communication with the use of visual aids, as well as the informative, argumentative, and pedagogical character of scientific illustration and infographics. Then, using the elaboration of texts and images for articles, we analyze the potential relevance of this model in the ability to analyze and understand complex contents and problems by a non-specialized public.

ÍNDICE

1. Introdução	1
1.1 Comunicação de ciência	3
1.1.1 Disseminação científica e divulgação científica: distinção e análise	3
1.1.2 Porque a ciência precisa ser divulgada?	5
1.1.3 A democratização do conhecimento científico e a sua contribuição para a saúde e o meio ambiente	6
1.2 Eficácia na divulgação científica	8
1.2.1 Linguagem visual	8
1.2.1.1 Aspectos cognitivos	9
1.2.2 Infografia	11
1.2.2.1 Classificação dos infográficos	12
1.2.2.2 A infografia ao longo da História	15
1.2.3 Ilustração científica	19
1.2.3.1 A ilustração científica como infografia	20
1.3 Seleção do âmbito temático	23
1.3.1 Utilização de produtos fitofarmacêuticos na agricultura	24
1.3.2 Glifosato	25
1.4 Objetivos	27
2. Metodologia de desenvolvimento do projeto	29
2.1 Seleção do público-alvo e plataforma de divulgação	30
2.2 Seleção das questões centrais	30
2.3 Revisão integrativa	31
2.4 Métodos para produção dos textos	33
2.5 Métodos para produção das imagens	35
3. Resultados	43
3.1 Artigo nº1	44
3.1.1 Texto	44
3.1.2 Desenvolvimento	45
3.1.3 Composição	50
3.1.4 Publicação	52
3.2 Artigo nº2	54
3.2.1 Texto	54
3.2.2 Desenvolvimento	55

3.2.3	Composição	60
3.2.4	Publicação	62
3.3	Artigo nº3	64
3.3.1	Texto	64
3.3.2	Desenvolvimento	65
3.3.3	Composição	70
3.3.4	Publicação	72
3.4	Artigo nº4	74
3.4.1	Texto	74
3.4.2	Desenvolvimento	75
3.4.3	Composição	80
3.4.4	Publicação	82
4.	Discussão e conclusões principais	85
5.	Outras comunicações	87
6.	Referências	89
7.	Apêndices	96
7.1	Revisão Integrativa	97
7.1.1	Artigo nº1	97
7.1.2	Artigo nº2	98
7.1.3	Artigo nº3	100
7.1.4	Artigo nº4	102
7.2	OUTRAS COMUNICAÇÕES	106
7.2.1	Focus on Nature XV	107
7.2.2	Conferência Internacional em Ilustração e Animação 7 ed.	
7.2.3	Conferência Internacional em Ilustração e Animação 6 ed.	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Disposição do navio Ile de France. Le Corbusier, 1936 (103)	12
Figura 2 Etapas da formação de um tornado. National Geographic (104)	13
Figura 3 Conclusões do relatório judicial sobre o acidente do voo AF447 (105)	13
Figura 4 Arte rupestre em Lascaux, França (37).	15
Figura 5 A paisagem do coração - Livro dos Mortos, Papiro de Hunefer (39).	15
Figura 6 Estudos de Embriões - Manuscritos Anatômicos, Leonardo Da Vinci (40).	16
Figura 7 Charles Joseph Minard (1869) Litografia, 62 × 30 cm (41).	16
Figura 8 Mapa do Metro de Londres, Harry Beck (1933) (42).	17
Figura 9 Arte rupestre da caverna	19
Figura 10 Primeira fase do esboço final	38
Figura 11 Segunda fase do esboço final	36
Figura 12 Meios de execução da técnica de ilustração digital	36
Figura 13 Referência fotográfica	39
Figura 14 Desenho digital	37
Figura 15 Texturas das linhas	37
Figura 16 Plano de fundo	40
Figura 17 Camada inicial	40
Figura 18 Preenchimento	38
Figura 19 Pincéis tradicionais	40
Figura 20 Pincéis texturados	38
Figura 21 Detalhe da textura dos olhos de uma abelha e dos pelos de um rato.	39
Figura 22 Exemplificação do método de pintura utilizado.	40
Figura 23 Técnicas de coloração na pintura digital	41
Figura 24 Formas de fundo: sombra, mancha e paisagem.	41
Figura 25 Esboço preliminar feito a lápis / Art. n ^o 1	45
Figura 26 Referências fotográficas / Art. n ^o 1	46
Figura 27 Desenho digital / Art. n ^o 1	47
Figura 28 Rattus norvegicus	48
Figura 29 Microcefalia; Mandíbula subdesenvolvida; Catarata; Microftalmia; Fecundação	48
Figura 30 Órgãos internos	48
Figura 31 Coração saudável	51
Figura 32 Coração afetado	49
Figura 33 Rim saudável	51
Figura 34 Rim afetado	49
Figura 35 Fígado saudável	49
Figura 36 Fígado afetado	49
Figura 37 Composição / Art. n ^o 1	51
Figura 38 Publicação / Art. n ^o 1	53
Figura 39 Estudos compositivos parte 1 / Art. n ^o 2	55

Figura 40 Estudos compositivos parte 2 / Art. n ^o 2	55
Figura 41 Esboço final parte 1 / Art. n ^o 2	56
Figura 42 Esboço final parte 2 / Art. n ^o 2	56
Figura 43 Referências fotográficas / Art. n ^o 2	57
Figura 44 Desenho digital / Art. n ^o 2	58
Figura 45 Apis melífera carregando pólen com vestígios de glifosato	59
Figura 46 Varroa	59
Figura 47 Prunus serrulata	59
Figura 48 Ácaro varroa e a bioacumulação do glifosato nos estágios de vida de Apis melífera	59
Figura 49 Apiário	59
Figura 50 Composição / Art. n ^o 2	61
Figura 51 Publicação / Art. n ^o 2	63
Figura 52 Estudos compositivos / Art. n ^o 3	65
Figura 53 Esboço final parte 2 / Art. n ^o 3	66
Figura 54 Esboço final parte 1 / Art. n ^o 3	66
Figura 55 Referências fotográficas / Art. n ^o 3	67
Figura 56 Desenho digital / Art. n ^o 3	68
Figura 57 Trato gastrointestinal de Bos taurus (esquerda) e Gallus gallus (direita)	69
Figura 58 Bos taurus anão	69
Figura 59 Gallus gallus domesticus	69
Figura 60 Composição / Art. n ^o 3	71
Figura 61 Publicação / Art. n ^o 3	73
Figura 62 Estudos compositivos / Art. n ^o 4	75
Figura 63 Esboço final / Art. n ^o 4	76
Figura 64 Referências fotográficas / Art. n ^o 4	77
Figura 65 Desenho digital / Art. n ^o 4	78
Figura 66 Pinturas individuais / Art. n ^o 4	79
Figura 67 Composição / Art. n ^o 4	81
Figura 68 Publicação / Art. n ^o 4	83
Figura 69 Exposição Focus on Nature XV. Binghamton, Nova York	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Instrumento de coleta e síntese de dados. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil (65)	33
Fluxograma 1 Métodos para produção dos textos	33
Fluxograma 2 Métodos para produção das imagens	35

1. INTRODUÇÃO

Desde sempre o ser humano se preocupa em conhecer os fenômenos que acontecem ao seu redor, bem como em descrevê-los e formular hipóteses que possam explicar como eles acontecem. Fruto da curiosidade do ser humano, a ciência revela-se fundamental na construção do conhecimento em torno da realidade e do significado do mundo em que vivemos.

A metodologia científica nos fornece as ferramentas para analisar de maneira lógica e sistemática situações e problemas presentes no cotidiano. Numa sociedade democrática é fundamental prover aos cidadãos uma familiarização adequada com os conceitos e princípios científicos básicos que lhes permitam compreender os eventos que leem/veem nas notícias, de modo a estes poderem fazer escolhas conscientes e tomar suas decisões de uma forma ainda mais responsável. Como ferramenta educativa para a alfabetização científica e construção da cidadania, a comunicação de ciência desempenha um papel de enorme valor estratégico ao compartilhar conhecimentos e práticas que podem contribuir para a conquista de melhores condições de vida. Nesse cenário é necessário habilitar o cidadão não-especialista com as competências e/ou capacidades para compreender os resultados científicos, favorecendo uma reflexão crítica e auxiliar no desenvolvimento de uma sociedade mais justa e sustentável.

Atualmente existe uma preocupação latente com questões ligadas a sustentabilidade. A imprensa é um dos recursos mais efetivos no processo de divulgação do conhecimento ambiental e legítima informações que auxiliam na formação e consolidação da opinião pública. Por isso, é crucial que os fatos científicos sejam apresentados de forma clara e adequada para que a audiência incorpore a informação sem maiores dificuldades e possa desenvolver a capacidade de tomar uma postura mais ética diante do meio ambiente, bem como de com ele interagir através de práticas e ações mais eficientes. A decodificação da linguagem para a sua apresentação a um público heterogêneo e massivo implica que se recorra a um vocabulário oral, escrito, gráfico de fácil compreensão, e é nesse contexto que a divulgação científica merece atenção especial. A informação transmitida com a utilização de uma linguagem clara e objetiva constitui uma poderosa estratégia para fortalecer o debate sobre a saúde dos ecossistemas.

De um modo geral observa-se a ausência ou baixa representatividade de elementos que possam estimular a leitura de textos científicos, enquanto elementos facilitadores da compreensão e assimilação dos fundamentos e resultados científicos. Estratégias de design, quando aliadas ao texto informativo, estabelecem uma interface mais atraente e convidativa, motivando a exploração dos conteúdos daquela peça comunicacional. O nível de esforço cognitivo é, por isso mesmo, reduzido significativamente, e a atratividade de um sistema visual de dados invoca emoções que contribuem para o processo de formação de opinião. A utilização de recursos visuais também torna mais eficiente o processo de compreensão, interpretação e memória de dados resultantes da pesquisa científica, promovendo o consumo facilitado de conteúdos científicos e possibilitando que estes alcancem um público mais amplo, integrando o progresso científico na sociedade de uma maneira mais atrativa.

A maneira como a comunicação de ciência pode se beneficiar do uso de recursos visuais serve de ponto de partida para a defesa da utilização da ilustração científica na infografia, enquanto instrumento gráfico capaz de contribuir para o processo de melhor informar e sensibilizar o público sobre questões de conhecimento científico. Para tal, foi elaborado um projeto que se baseia na transposição de fatos científicos observáveis para uma representação gráfica.

Primeiramente foi feito um enquadramento teórico que permitisse uma familiarização com os temas, para melhor compreender os motivos e critérios que levaram às escolhas apresentadas nos Objetivos. Em seguida, foi traçado um breve panorama da comunicação de ciência, onde são abordadas as definições de difusão científica, nas suas componentes de disseminação e de divulgação, bem como as suas distinções, funções e usos. Este tópico se desenvolve para dar destaque à divulgação científica e suas implicações positivas para o progresso científico e para a saúde e o meio ambiente.

De seguida, foi feita uma exposição teórica que permite compreender a pertinência da linguagem visual na eficácia da divulgação científica, bem como os seus aspetos cognitivos. Foram apresentados os conceitos e definições da infografia e seus produtos, os infográficos, partindo de significados e classificações atribuídas por vários autores, com o objetivo de fundamentar o leitor quanto às definições, origens, tipologias, e aplicações das mesmas. Depois, foi esclarecido o conceito de ilustração científica, e foi apresentada uma abordagem sobre o seu uso na comunicação de ciência enquanto representação visual e infográfica, na perspectiva de transposição de factos científicos observáveis para uma representação gráfica.

Na componente prática, foram executados quatro artigos como principais peças comunicacionais subordinadas aos objetivos delineados. Para a contextualização do quadro teórico utilizado na produção dos artigos, foi selecionado o âmbito temático com o interesse em manter o foco sobre temas relevantes de carácter ambiental e de saúde. A escolha de produtos fitofarmacêuticos como tema central se deu porque um esclarecimento perante ao público sobre a sua utilização pode atuar como forte elemento de conscientização, mostrando os seus impactos sobre a saúde, sobretudo de animais de produção, por estarem mais presentes na alimentação das pessoas e de outros animais, aumentando as chances de contaminação da cadeia alimentar. Por outro lado, fechou-se este ciclo com um artigo onde se procurou mostrar que em ciência não existem verdades absolutas e por vezes persistem dúvidas. Optou-se por restringir a pesquisa sobre o herbicida glifosato, pela razão de ser o mais amplamente utilizado por agricultores no mundo todo.

A metodologia de desenvolvimento do projeto foi dedicada a explicar as etapas da execução dos artigos, sendo cada um deles composto por um texto e um infográfico. Nos resultados, referiu-se, além das publicações finais, as motivações das escolhas feitas, as mudanças que foram sendo efetuadas e os problemas encontrados, bem como as soluções, quando as houve. Finalmente, são apresentadas as conclusões e outras comunicações que foram feitas durante o percurso de execução deste projeto.

1.1 COMUNICAÇÃO DE CIÊNCIA

A partir do desenvolvimento da impressão, no século XV e, na Europa, assistimos a uma proliferação dos livros e, conseqüentemente, a um início de difusão de informações. O surgimento das disciplinas, a consolidação das universidades enquanto centros produtores de conhecimento, o aparecimento de associações (academias e sociedades), bem como inúmeros periódicos, consolidaram o conhecimento científico e a comunicação científica nos moldes em que a temos hoje (1). As suas origens sucedem da proliferação das revistas científicas, possibilitada pelos avanços da máquina de impressão tipográfica inventada por Gutenberg. A capacidade de multiplicar os exemplares de um livro representou um passo importante para uma melhor e mais rápida difusão das investigações devido às possibilidades de transporte do material impresso onde se compilava o conhecimento científico.

O termo “comunicação científica”, no entanto, foi empregado pela primeira vez por John Bernal, durante a primeira metade do século XX: e assim exemplificado: “a comunicação científica compreende o amplo processo de geração e transferência de informação científica” (1). Entretanto, a comunicação científica é restrita essencialmente à disseminação, que compreende a transferência de conhecimento científico entre os pares, com o intuito de tornar os avanços científicos conhecidos dentro da comunidade científica. Nas palavras do autor William Garvey (2), a comunicação científica constitui “(...) todo espectro de atividades associadas com a produção, disseminação e uso de informação, desde a busca de uma ideia para pesquisa, até a aceitação da informação sobre os resultados dessa pesquisa como componente do conhecimento científico”.

A partir do século XX a ciência ganhou mais espaço e com ela a produção do conhecimento, refletida no crescimento da literatura e no desenvolvimento de técnicas e especializações (3). O desenvolvimento de novas tecnologias de comunicação e de informação, incrementado com novas indústrias de equipamentos eletrônicos e de informática, fez com que fossem aumentadas potencialmente as possibilidades de comunicação entre as pessoas. A necessidade de organizar o acesso e a oferta de informação, evidenciou a importância da “comunicação de ciência”, que como parte dos estudos da ciência da informação, constitui uma disciplina cujas preocupações centrais estão focadas em divulgar o conhecimento científico para o grande público.

Muitas das questões de maior importância em discussão na sociedade contemporânea estão diretas ou indiretamente relacionadas com o conhecimento científico, portanto a maior ou menor compreensão pelo público em geral é correlacionável com a maior ou menor eficiência demonstrada na divulgação de informações científicas (4).

1.1.1 Disseminação científica e divulgação científica: distinção e análise

Embora estes dois conceitos exibam características comuns no processo de difusão de informações em ciência, tecnologia e inovação, eles pressupõem, na prática, aspectos e intenções

bastante distintos. Entre eles, o perfil do público, a complexidade do discurso, os canais ou ambientes utilizados para sua veiculação e a intenção de cada processo em particular (5).

Segundo Slough, McTigue e Correia (6) (4), a ciência e a comunicação estão intrinsecamente ligadas pois a ciência apenas progride quando as suas descobertas são disseminadas e compreendidas por outros membros do campo de investigação, o que constitui a disseminação científica. A disseminação científica diz respeito à transferência de informações entre membros da mesma área de investigação (pares) ou áreas afins (extra-pares), com o intuito de tornar conhecidos os avanços obtidos ou a elaboração de novas teorias ou refinamento das existentes. Além de facilitar a reutilização científica dos resultados, permite que os mesmos estejam disponíveis também para os formuladores/decisores políticos e da indústria, criando impacto científico e comercial a longo prazo. Por isso, faz parte do papel cívico dos cientistas garantir a disseminação do seu conhecimento, uma vez que este funciona como motor do progresso (7).

No que toca à disseminação do conhecimento decorrente da investigação, a transferência do conhecimento realiza-se sem que se criem muitos equívocos, pela especificidade da linguagem, facilmente descodificável pelos membros da comunidade científica. Por sua formação específica, este público está familiarizado e possui a capacitação para assimilar temas e conceitos da produção científica e tecnológica. Frequenta espaços/ambientes imersivos onde se agrega especialistas e tem acesso a eventos/veículos especializados (congressos ou periódicos/revistas científicas, por exemplo), bem como materiais suplementares como livros e glossários de termos técnicos, com o intuito de permanecer sintonizado com as novidades e com o refinamento do discurso especializado (5).

Dada a complexidade linguística que nem sempre resulta numa comunicação inteligível para quem não está enquadrado com o tema, torna-se necessária a descodificação dos termos característicos do discurso científico para permitir que um número maior de pessoas possa compreendê-lo — e este é o propósito maior da divulgação científica. A divulgação científica procura democratizar o acesso ao conhecimento científico, promovendo a integração consciente do cidadão comum no debate sobre temas científicos emergentes do quotidiano, ao mesmo tempo que procura debelar a iliteracia científica. Cria conscientização pública e aumenta a visibilidade dos resultados, aumentando as chances de a pesquisa causar impacto.

O grande público não possui obrigatoriamente formação técnico-científica que lhe permita decodificar um jargão técnico ou compreender conceitos que respaldam as especificidades do método científico (5). Por este motivo, sentem dificuldade para acompanhar determinados assuntos quando se usa termos demasiadamente técnicos e conceitos um pouco complexos, simplesmente porque não se estabelece uma relação com a realidade específica em que se inserem (5). Em função disso, a comunicação de ciência para este público requer uma decodificação ou recodificação do discurso, com a utilização preferencial de recursos gráficos (ilustrações, infográficos, etc). Esta atividade comunicativa, muitas das vezes requer a presença de um mediador – o jornalista que escreve as reportagens, os fotógrafos, ilustradores e designers

que produzem as imagens. A esfera de circulação também se expande para mídias impressas, on-line, de TV e rádio.

1.1.2 Porque a ciência precisa ser divulgada?

Partilhar com a sociedade os processos e resultados científicos é uma questão de responsabilização e transparência para com os contribuintes que ajudam a financiar a investigação científica. O acesso ao conhecimento científico pressupõe ao público uma melhor compreensão dos projetos desenvolvidos, dos seus processos de investigação e do impacto benéfico de seus resultados e conhecimentos.

Além de informar os cidadãos sobre o trabalho que é realizado com o dinheiro dos impostos que pagam, são vários os motivos que levam os cientistas a procurarem estabelecer um fluxo comunicacional com a comunidade não científica. Entre eles: envolver os cidadãos na atividade científica e torná-la mais familiar; tornar a ciência como uma parte visível da cultura dos cidadãos; envolver os cidadãos em decisões de financiamento científico; inspirar os jovens a seguir carreiras em ciência (8).

Sarita Albagli (9) afirma que a divulgação científica pode estar orientada para diferentes objetivos:

- O **educacional**, referente a ampliação do conhecimento e da compreensão do público leigo a respeito do processo científico e sua lógica. Trata-se de transmitir informação científica tanto com um caráter prático, com o objetivo de esclarecer os indivíduos sobre o desvendamento e a solução de problemas relacionados a fenômenos já cientificamente estudados, quanto com um caráter cultural, visando a estimular-lhes a curiosidade científica enquanto atributo humano.
- O **cívico**, isto é, o desenvolvimento de uma opinião pública informada sobre os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico sobre a sociedade, particularmente em áreas críticas do processo de tomada de decisões. Trata-se, portanto, de transmitir informação científica voltada para a ampliação da consciência do cidadão a respeito de questões sociais, econômicas e ambientais associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico.
- De **mobilização popular**, a ampliação da possibilidade e da qualidade de participação da sociedade na formulação de políticas públicas e na escolha de opções tecnológicas. Trata-se de transmitir informação científica que instrumentalize os indivíduos a intervir melhor no processo decisório ou até no consolidar interventivo de projetos científicos de amplo espectro (ciência participada e ciência-cidadã).

A Ciência Cidadã é entendida como a participação ativa de amadores, voluntários e entusiastas em projetos de investigação científica, permitindo que os cidadãos atuem como colaboradores

diretos nas atividades científicas. Facilita a transferência de conhecimento da ciência para a sociedade, de modo a estimular a inovação, o que gera novos conhecimentos e coloca em prática ações de conservação e políticas ambientais. Providencia oportunidades para um maior envolvimento do público e uma democratização da ciência (13).

Considerando o papel importante que o progresso científico tem no pensamento e bem-estar humano, ter uma maior consciência do seu impacto direto sobre a vida individual e coletiva, bem como da influência, a curto e a longo prazo, sobre o futuro da humanidade, pode ajudar a construir tendências e mudanças de comportamento que maximizem a procura de soluções, adaptações e/ou mudanças face aos problemas que surgem no dia-a-dia de uma sociedade. A informação qualificada pode ser considerada a base para qualquer ação/motivação/mobilização que possa desencadear uma participação mais efetiva das pessoas em torno de uma sociedade de fato democrática (10).

Para ser possível um debate mais produtivo sobre questões controversas de base científica, que muitas vezes estão na base de diversas decisões políticas, é necessário haver uma maior compreensão por parte do público. Por isso é importante a divulgação de temas científicos emergentes, uma vez que este conhecimento funciona como motor dos progressos científico-tecnológico e societal (11) (4). Ana Dias (12) sintetiza a importância da divulgação científica, ao afirmar que: “A divulgação da Ciência pode desempenhar um papel de enorme valor estratégico, pois o conhecimento científico é uma semente fértil para o desenvolvimento social, económico e político. Para que os cidadãos possam participar ativamente e responsabilmente na sociedade é fundamental que estejam informados e daí a importância vital da educação”.

1.1.3 A democratização do conhecimento científico e a sua contribuição para a saúde e o meio ambiente

Como já vimos, em muitas ocasiões, esclarecimentos feitos por cientistas junto à população alteraram tendências da opinião pública. O conhecimento científico, divulgado em linguagem apropriada, permite que o indivíduo tenha uma melhor compreensão do mundo em que vive em sua extensão e complexidade, proporcionando as condições necessárias para que ele seja capaz de entender, refletir e opinar sobre questões que lhe afetam, direta ou indiretamente.

Cabe ao profissional que populariza a ciência contextualizar e dimensionar as informações de modo a que elas sirvam o interesse público, promovendo uma reflexão sobre a utilidade da pesquisa, sua pertinência, métodos e efeitos na sociedade, desempenhando assim um papel de relevância na construção dos espaços democráticos. Afinal, somente por meio da informação e, conseqüentemente, da construção de dados conhecimentos a partir dela, é que se pode promover uma democracia participativa, na qual grande parte da população tenha condições de influir em decisões e ações políticas ligadas a ciência e tecnologia (14). É preciso ainda destacar que o esclarecimento e eventual debate sobre o que está sendo feito no campo científico amplia o valor cultural da sociedade, estimulando a consciência sociopolítica.

Assim sendo, a universalização e a democratização do conhecimento científico possibilitam que o público melhore a percepção das atuais problemáticas ambientais, percebam melhor as potenciais soluções/implicações, fundamentem melhor as suas próprias ideias e, em consequência, tomem decisões racionalmente mais apropriadas. Observa-se que sem uma mobilização efetiva no processo educacional não há como alcançar ações eficientes e conscientes sobre a preservação do meio ambiente ou de qualquer outra proposta social, pois não há consciência sobre a importância do tema.

A aquisição de conhecimento científico facilita a conscientização dos problemas e contribui para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. A mobilização coletiva, quando precedida por uma leitura crítica da informação que está disponível, colabora para que essas transformações que envolvem o nosso cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida. Para isso, é necessária a ação conjunta de educadores de diferentes áreas do conhecimento e de comunicadores para democratizar efetivamente a informação ambiental (15) (16).

1.2 EFICÁCIA NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A ciência é a atividade que permite que exista o desenvolvimento tecnológico, social, cultural e económico. Pela importância que assume na vida humana, é fundamental que esta se aproxime dos cidadãos, mediante a divulgação externa do seu trabalho, das suas descobertas e do seu pensamento. Neste sentido, a divulgação do conhecimento científico assume uma importância vital na manutenção do fluxo informativo entre a comunidade científica e a sociedade. Dadas as nossas características como uma espécie profundamente visual, as mensagens visuais demonstram possuir uma maior capacidade e potencial de penetração e disseminação, contribuindo assim para uma melhor e mais consistente divulgação do conhecimento científico a um público mais abrangente e não especializado. A divulgação científica se beneficiaria da intervenção de um profissional da comunicação visual, pois os textos científicos de natureza complexa repelem naturalmente a atenção do público não especializado.

As imagens são, geralmente e, a exemplo dos títulos, o primeiro nível de leitura de qualquer texto, ou seja, é ali que o leitor deposita, inicialmente, sua atenção e pode ser por meio delas que o leitor decida ler ou não a matéria. Quando a linguagem escrita é extremamente técnica e o processo de apreensão de conteúdos pode ser mais difícil, recursos como a infografia e a ilustração científica podem ser um grande contributo para o elucidar, o ensino e a aprendizagem.

A vantagem de utilização desses recursos não é apenas estética; ela permite explicar minúcias que passariam despercebidas ou que não seriam observáveis a olho nu. Podem ser utilizados para simplificar temas de elevada complexidade nos processos de divulgação científica, destacando-se por atingir um maior número de leitores. A dupla função de fornecer informação e ser visualmente agradável e apelativa aproxima a ilustração científica da infografia, aumentando as potencialidades educativas de ambas, que partilham a mesma necessidade de clareza e eficácia na comunicação. A abordagem promovida por este tipo de imagem promove o consumo de conteúdos científicos e evita que o fluxo de conhecimento se estagne nos centros de investigação científica, disseminando-o para a sociedade na generalidade (17).

1.2.1 Linguagem visual

Nos primeiros anos da imprensa, as notícias se resumiam a grandes blocos de textos. Contudo, o surgimento de novas ferramentas de reprodução e/ou de transmissão de informações permitiu a integração de imagens, que no decorrer dos anos foram desenvolvidas nos aspectos técnicos e narrativos. A rapidez e instantaneidade trazidos pelas constantes inovações tecnológicas na arte de veicular informação implicam que a comunicação deve acompanhar no imediato essas mudanças, procurando ser mais fluída, simples e direta.

Na maior parte dos meios de divulgação atuais observa-se uma tendência generalizada para a tradução de parte da informação numa forma visual (gráfica), uma vez que assim se consegue resumir e simplificar uma quantidade maior de conceitos, tornando-os atrativos, mais legíveis e

correlacionáveis, em suma, de mais fácil entendimento. Tal facilita a exploração de novos conceitos, a apropriação/integração de ideias de novos conhecimentos e, conseqüentemente, intensifica e torna todo o processo de difusão de informação mais eficiente (18). Em outras palavras, os detalhes que seriam maçantes para o leitor, podem ser passados de forma mais “agradável”, despercebidamente, se “relatados” em linguagem não apenas verbal.

O ser humano busca um reforço visual do conhecimento por muitas razões, sendo a mais importante delas o caráter direto da informação. Através dos meios visuais aprendemos sobre coisas das quais não podemos ter experiência direta, ainda que uma descrição verbal possa ser uma explicação extremamente eficaz. Essa experiência de observação serve não só como recurso de aprendizagem, mas também como uma ligação com a realidade do nosso meio ambiente (19).

A invenção da câmara fotográfica provocou o surgimento de uma nova maneira de ver a comunicação, e por extensão, a educação. A democratização da imagem através da fotografia, do cinema/vídeo, da televisão, dos meios informáticos, modificaram a nossa percepção da realidade, e da definição de educação e da própria inteligência. Impõe-se uma revisão das nossas capacidades visuais básicas, seguindo da necessidade de desenvolver um sistema estrutural e uma metodologia para o ensino e o aprendizado de como interpretar visualmente as ideias. Um campo que outrora foi considerado domínio exclusivo do artista e do designer hoje tem de ser visto com atenção tanto pelos que atuam em qualquer meio de comunicação (emissor) quanto pelo seu público (receptor/audiência). A capacidade intelectual para criar e compreender mensagens visuais está se tornando uma necessidade vital para quem pretende engajar-se nas atividades ligadas à comunicação.

1.2.1.1 Aspetos cognitivos

De acordo com Moses (20), os gráficos são vistos por 90% dos leitores, as fotos por 75%, os títulos por 56%, e somente 13% leem totalmente texto das notícias no jornal impresso. Ou seja, quando a informação noticiada é acompanhada por elementos visuais, a probabilidade de o leitor focar a sua atenção é maior. Visto que grande parte da atividade do nosso cérebro consiste em processar e analisar as imagens visuais, o recurso a diagramas, ilustrações, gráficos, fotografias e vídeos mostram-se operativa e funcionalmente mais atrativos em comparação com as manchas de texto. Algumas teorias podem justificar os benefícios da linguagem visual na compreensão de fatos e acontecimentos, por exemplo:

- A teoria da carga cognitiva de John Sweller (21) afirma que a combinação de texto e imagem melhora a compreensão da informação, e conseqüentemente a aprendizagem, ao reduzir a carga cognitiva. A carga cognitiva está relacionada com o esforço realizado pela memória operacional para processar e decodificar a informação. As informações são recebidas pela memória sensorial, processadas e codificadas pela memória operacional e armazenadas pela memória permanente (22).

- George Miller forneceu uma teoria de processamento de informação que parte do princípio de que a memória de curto prazo só consegue operar entre 5 e 9 conjuntos de dados de cada vez. Por isso, Waal e Telles (22) sugerem que assuntos complexos sejam apresentados em blocos de texto e não de uma só vez, para que essas informações possam ser mais bem processadas. Neste contexto, o texto das infografias, na maioria das vezes apresentados em pequenos blocos de texto, têm mais possibilidades de serem processados e codificados pela memória de curto prazo do que informações apresentadas em longos textos (23).
- Ao reunirem em si valores estéticos e informativos, os gráficos comunicam além do conjunto de informações, ou seja, também emocionalmente (24). Apesar das neurociências evidenciarem que é o pensamento cognitivo que leva a conclusões, as emoções é que conduzem aos atos (18). Assim, se o objetivo é procurar afetar o comportamento do leitor e contribuir para influenciar positivamente a formulação de uma melhor decisão, então os fatos codificados visualmente além de estarem devidamente representados (honestos, rigorosos e cientificamente corretos e credíveis), por forma a permitir a edificação de ideias objetivamente conclusivas, devem conter algum aspeto com o qual as pessoas se possam ligar emocionalmente, permitindo que se possa criar uma empatia (24).

1.2.2 INFOGRAFIA

Uma infografia pode ser compreendida como um sistema híbrido de comunicação, pois utiliza um sistema de comunicação textual (narrativa escrita) e ao mesmo tempo visual (representações ou exposições) (23) criados para conseguir atingir uma simplificação de conceitos complexos para facilitar a compreensão do leitor. Devido à sua natureza informacional, têm seu uso voltado à comunicação e seus contextos de aplicação (jornais, revistas e diversos meios impressos ou digitais). São normalmente utilizadas em artigos sobre saúde, ciência e tecnologia, que possuem mais dados técnicos que densificam a narrativa textual.

A função da infografia é evidenciada naquelas situações em que “se pretende explicar algo, de uma forma clara e, sobretudo, quando só o texto não é suficiente para fazê-lo de maneira objetiva” (25). São produzidas no intuito de comunicar uma mensagem que resulta de uma interpretação de dados (espaciais, cronológicos, quantitativos, narrativos) contextualizados visualmente através da integração de texto, imagens (fotografia, ilustrações, pinturas, etc.), figuras geométricas e signos. O corpo destas unidades comunicacionais mostra informação visual relevante, seguida de informação tipográfica ou escrita explicativa, normalmente enquadrada em etiquetas ou legendas. Estas podem estar numeradas ou não, ou organizadas de forma a guiar a leitura da mensagem, num fluxo que Sojo (26) denomina de icônico-verbal.

De acordo com a maioria dos autores, a exemplo de Valero Sancho (27) e Bruno de Campos (28), a infografia constitui a representação do binômio imagem + texto, sendo *info* vindo de informação escrita, e *grafia*, de informação gráfica. A infografia é definida como um meio informativo elaborado com elementos icônicos e tipográficos que permite ou facilita a compreensão de dados e acompanha ou substitui o texto informativo, consistindo em uma simbiose entre texto e imagem. De acordo com Smiciklas (29): “um infográfico é definido como uma visualização de dados ou ideias que tentam transmitir informações complexas a um público de uma maneira que pode ser rapidamente consumida e facilmente compreendida” (tradução da autora).

Segundo Valero Sancho (30) e Smiciklas (29), são os princípios básicos da divulgação da informação infográfica:

- Realizar funções de síntese ou complemento da informação escrita com precisão e exatidão, de maneira que permita compreender rapidamente um conjunto de dados sem conter informações duvidosas ou não verdadeiras;
- Ter significado total e independente, proporcionando quantidade razoável de informação que permita compreender de forma global à narrativa por detrás dos dados;
- Proporcionar certa sensação estética, captar e ancorar a atenção do leitor para aumentar a taxa de memorização.

1.2.2.1 Classificação dos infográficos

Uma infografia pode se basear em várias composições, segundo o seu objetivo, com uma simples associação e/ou integração de imagem e texto ou podem incluir informação sequencial, apresentando acontecimentos que se desenvolveram sucessivamente no tempo (31). Em geral, é usado para explicar o funcionamento de algo com fins didáticos, por isso os infográficos são comuns em livros escolares, manuais de aparelhos eletrônicos e cartilhas.

Diversos autores apresentam, sob o seu ponto de vista, classificações e tipologias diferentes relativamente aos infográficos. Em seu livro “Jornalismo Iconográfico”, o autor Gonzalo Peltzer defende que a infografia “é uma linguagem (ou várias) muito ampla, rica e polissêmica” (32) que inclui códigos linguísticos, icônicos, fotográficos ou estéticos. Peltzer as classifica em três grandes grupos:

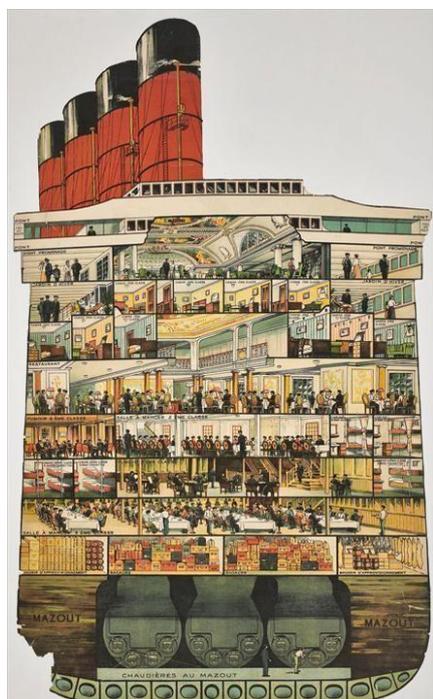


Figura 1 Disposição do navio Ile de France. Le Corbusier, 1936 (103)

- **Infografias representativas:** consistem em desenhos hiper-realistas, podendo ou não serem acompanhadas pelo texto explicativo (Figura 1). Subdividem-se em:

- Plano: tratamento gráfico em uma superfície (ex.: terreno, planta de uma praça);
- Corte: vista do interior de uma estrutura (ex.: corpo, objeto, edifício), que por sua vez subdivide-se em:
 - Longitudinal: representação ao longo da estrutura;
 - Transversal: representação através da estrutura;
 - Tridimensional: vista do interior de uma estrutura, em três dimensões;
- Perspetiva: representação em perspetiva de objetos;
- Panorama: vista de um horizonte muito amplo.

- **Infografias explicativas:** consistem na explicação de factos ou acontecimentos, fenómenos, processos ou ainda a sequência de um determinado processo (Figura 2). Subdividem-se em:

- De causa e efeito: explicam a causa e o efeito de um determinado facto;
- Retrospetivo: mostram como ocorreram os factos e as suas consequências;
- Antecipativo: antecipam a realização de um facto onde se conhece os pormenores que inevitavelmente ocorrerão e onde se projetam informações detalhadas sobre pessoas, posições, processos e sequência;
- Passo-a-passo: descrevem etapas de um processo em imagens sequenciadas;
- De fluxo: expõe os passos de um processo ou de uma série de processos.

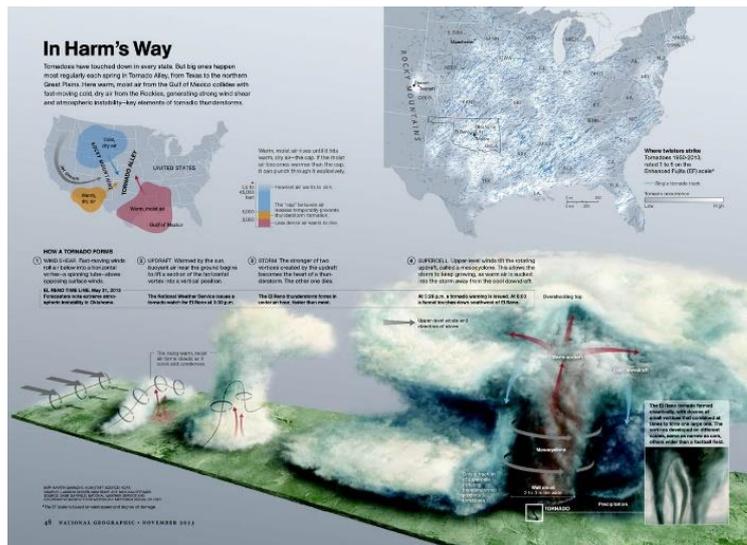


Figura 2 Etapas da formação de um tornado. National Geographic (104)

- **Reportagens infográficas:** são relatos visuais completos de um determinado facto, com carácter narrativo (Figura 3). Podem ser realistas (representam factos, pessoas ou coisas tal como o autor as viu) ou simuladas (busca representar os factos, pessoas ou coisas tal como o autor as imagina, a partir dos dados que se conhecem).

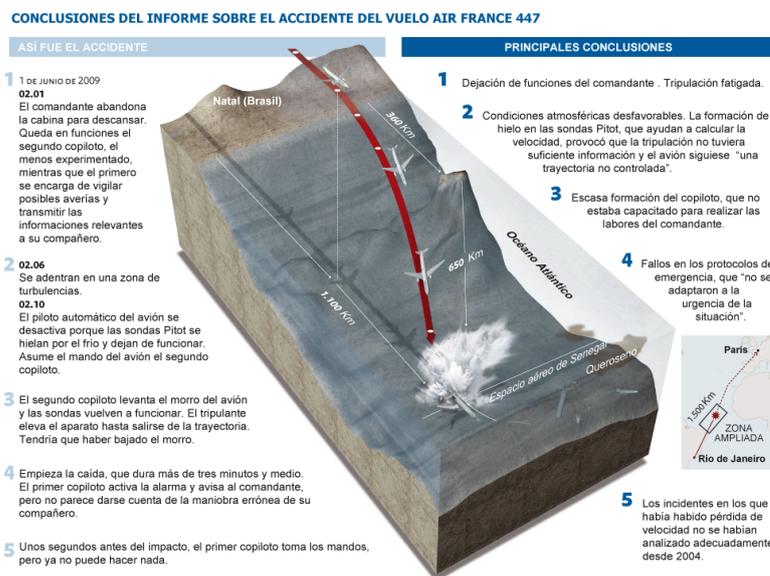


Figura 3 Conclusões do relatório judicial sobre o acidente do voo AF447 (105)

Raymond Colle (31) explica que a linguagem visual (não-verbal) é mais sucinta, enquanto que a verbal é mais analítica, e divide os campos de aplicação da infografia, segundo seus objetivos, em três grandes grupos:

- **Infográficos científicos ou técnicos:** se baseiam na simples associação e/ou integração de imagem e texto com carácter técnico-científico;

- **Infográficos de divulgação:** são utilizados para facilitar a compreensão dos conhecimentos científicos e técnicos para o público leigo;
- **Infográficos noticiosos ou jornalísticos:** podem incluir informação sequencial, apresentando em quadros sucessivos acontecimentos que se desenvolveram no tempo.

Por sua vez, Valero Sancho (27) realizou um estudo tipológico a partir de um ponto de vista semântico-significativo e concluiu que existem dois tipos de infografias:

- **Individuais:** tratam de um único assunto. Subdividem-se em:
 - Comparativas: comparam dados ou características através de recursos gráficos, para assim se obter uma informação rápida dos elementos representados;
 - Documentais: explicam características, ilustrar ou documentar acontecimentos, coisas ou ações;
 - Teatrais: narram acontecimentos, mostrando como ocorreram os factos;
 - Localizadoras: utilizadas para situar uma informação ou marcar um espaço onde um acontecimento ocorreu ou irá ocorrer.
- **Coletivas:** combinam-se mais de uma infografia, agrupando várias informações individuais para construir várias facetas de uma informação. Subdividem-se em:
 - Comparativas: comparam vários elementos ou alguma das suas partes através de recursos gráficos, agilizando a visualização da informação;
 - Documentais: destacam mais de uma informação gráfica, quando existe mais de uma infografia em seu interior;
 - Teatrais: representam uma sequência de factos por meio de várias infografias, dentro de uma infografia principal;
 - Localizadoras: apresentam diversos elementos de mais do que uma infografia, com o objetivo de localizar algo.

O conteúdo espacial de uma infografia diz respeito a qualquer informação ligada à localização (geográfico, arquitetónico); o cronológico demonstra informações sobre o tempo estático (hora, estações, mês, ano) ou sua passagem; o quantitativo lida com a exposição e/ou comparação de dados mensuráveis; o narrativo aborda uma sequência de acontecimentos (33). O autor Edward Tufte (34) defende que as infografias devem ser classificadas em quatro desenhos gráficos fundamentais de acordo com o seu teor e conteúdo:

- **Mapas:** suas informações estão interligadas à fronteiras geopolíticas, formas e áreas geográficas;
- **Séries de tempo:** lidam com a ordenação natural de escalas de tempo. permitem comparações entre momentos da escala escolhida (ex.: segundos, minutos, horas);
- **Narrativos de espaço-tempo:** explicam acontecimentos que evoluem no espaço e no tempo;
- **Gráficos relacionais:** relacionam duas variáveis em um mesmo gráfico, com plano cartesiano ou medidas abstratas.

1.2.2.2 A infografia ao longo da História

A infografia esteve desde sempre presente desde o início da ciência moderna, no sentido mais amplo de conhecimento, que foi sem dúvida a principal impulsionadora do seu desenvolvimento (35). Apesar de estarem a ser mais amplamente utilizadas, e o seu maior desenvolvimento estar relacionado com a democratização dos computadores e suportes de edição daí derivados, a realidade é que a sua origem é muito anterior ao uso da tecnologia. Para autores como De Pablos (36) e Valero Sancho (27), a informação gráfica faz parte da cultura visual do homem desde os tempos das cavernas e as pinturas rupestres seriam uma prova disto.

Recuando até a pré-história, poderemos facilmente perceber as pinturas rupestres (Figura 4) como proto-infografia. Algumas pinturas rupestres mais complexas, não são apenas ilustrativas, mas contêm também informação abstrata ou simbólica. Essas primeiras manifestações, deixadas nos abrigos naturais, contêm informação visual referente aos métodos utilizados na caça, ao cotidiano do homem e ainda das comunidades faunísticas daquele período, o que nos permite atualmente inferir no seu *modus operandi*.

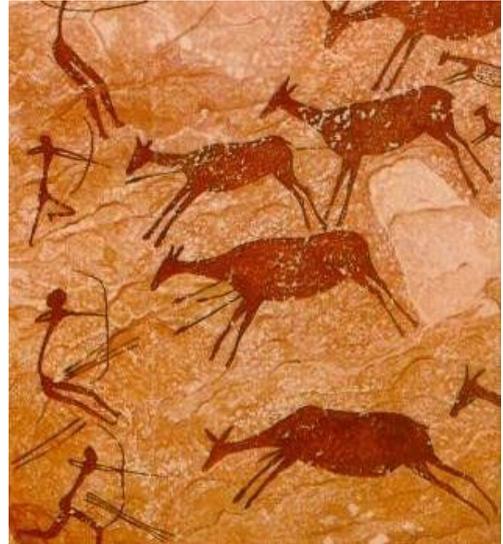


Figura 4 Arte rupestre em Lascaux, França (37).

Além das pinturas rupestres, poderemos considerar os hieróglifos do antigo Egito, Babilónia e da civilização Maia, que serviam não apenas um propósito estético, mas contavam histórias, falavam de religião e da vida. Havia também por vezes, a junção de imagens e textos informativos (38)

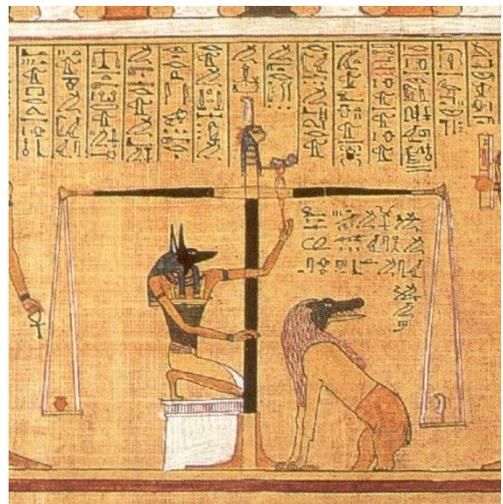


Figura 5 A pesagem do coração - Livro dos Mortos, Papiro de Hunefar (39).

No Renascimento iniciaram-se as dissecações de corpos humanos, o que levou a um maior conhecimento dos mesmos e necessidade de representar o que se encontrava por baixo da pele com veracidade. As representações visuais utilizadas para comunicar o que nas autópsias se encontrava recorriam ao uso combinado de texto e imagem. Isto é, desde há muito tempo que os tratados de anatomia utilizaram o recurso a infografias. Leonardo Da Vinci procurou explicar o funcionamento do corpo humano em “Manuscritos Anatômicos” (Figura 6), desenvolvendo

inclusive um estudo muito complexo sobre fetos com desenhos comparativos, que consistia basicamente numa infografia, isto é, texto e imagem conjugados para passar informação (35).



Figura 6 Estudos de Embriões - Manuscritos Anatômicos, Leonardo Da Vinci (1510-1513) (40).

Séculos depois, em 1861, Charles Joseph Minard criou um importante documento assumidamente infográfico mostrando o número de homens ao longo da marcha de Napoleão sobre Moscou em 1812-1813 (Figura 7).

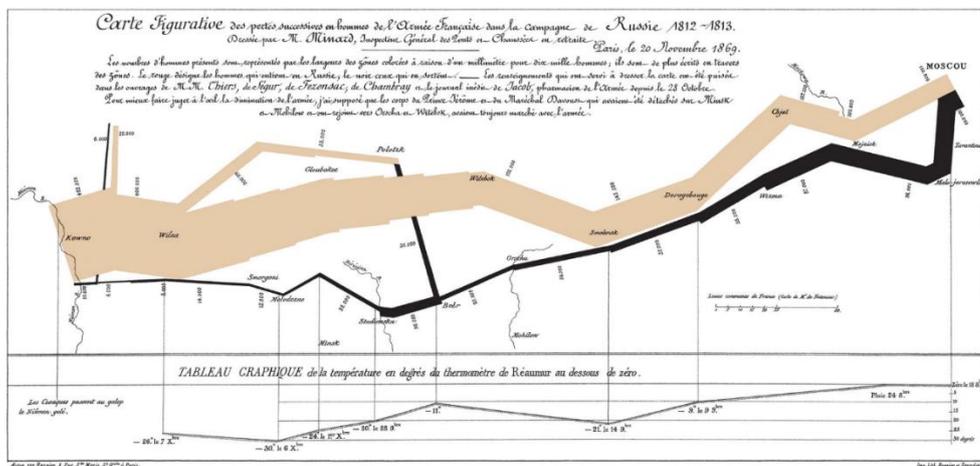


Figura 7 Charles Joseph Minard (1869) Litografia, 62 × 30 cm (41).

Também no âmbito das infografias teremos a considerar os mapas, sejam eles de natureza abstrata, simbólica ou relacional. Existem vários exemplos de mapas ao longo da história, que assumem diferentes formas de representação conforme a sua função (35). Em 1933, Harry Beck projetou o mapa topológico do Metro de Londres (Figura 8), que antes era representado geograficamente. Ao perceber que a localização geográfica era informação supérflua para os passageiros do metropolitano, Beck projetou o mapa que seria o paradigma para os mapas de

transporte público que vieram em seguida, mostrando apenas a ordem e relação das estações entre si, ignorando a orientação das mesmas no espaço (38).



Figura 8 Mapa do Metro de Londres, Harry Beck (1933) (42).

A evolução tecnológica da década de 80 foi determinante para o desenvolvimento das infografias nomeadamente ao nível da digitalização dos dados, em função de algumas facilidades que a informática e o avanço de recursos de impressão introduziram no processo de produção. Neste momento, o desenho vai ganhar influência decisiva no jornalismo e em outras atividades comunicacionais, por causa da comercialização de computadores pessoais de fácil manejo e de software específicos para a geração de ilustrações. Os computadores chegam às redações, oferecendo outro ritmo à produção jornalística e, principalmente, à utilização da imagem nos jornais, graças as possibilidades apresentadas pela computação gráfica.

Edward Tufte, um dos pioneiros na investigação de visualização de informação. Desenvolveu trabalho criando gráficos para apresentar estatísticas de formas mais inteligíveis e agradáveis. Tufte considera que se os dados são aborrecidos é porque não são os mais corretos, portanto a componente estética pode ter um papel importante na visualização de informação para tornar os dados mais atrativos, muito embora assumo que a conceção analítica deverá ser sempre superior à componente estética (38).

Em termos históricos a Guerra do Golfo de 1990 a 1991 representa um marco importante no percurso da infografia. Durante o conflito havia uma enorme censura de informações e foram escassos os dados e as fotografias disponíveis para retratar o acontecimento. Havia uma grande necessidade de explicar aos públicos o que se passava e a infografia revelou-se determinante para essa explanação (18). Devido a essa limitação e escassez de imagens ilustrativas, a infografia se consolidou, passando a ser encarada como um importante recurso para a produção de narrativas visuais (43).

Com o advento da televisão, surgem periódicos mais visuais, com o objetivo de imitar o código informativo assumidamente mais visual que verbal que caracteriza a televisão. Inicialmente utilizavam-se animações 2D e stencil, mas o seu maior desenvolvimento deu-se nos programas que abordam questões de ciência. Atualmente, utiliza-se como recurso infografias dinâmicas que normalmente são utilizadas em complemento para explicar melhor situações que abordam principalmente questões científicas. Estes exemplos tinham o propósito de comunicar os processos e desenvolvimentos de atividades – podem ser considerados infografias narrativas visto que o seu objetivo é auxiliar na interpretação de dados e registros de algo que seria importante ser difundido.

Os manuais escolares utilizam imagens de apoio do texto, com objetivo de auxiliar o entendimento e a interpretação, sendo não apenas imagens que ilustram os textos, e por isso um exemplo claro do uso de infografias para a comunicação de ciência e a comunicação de conhecimento. Inicialmente, existiam livros de texto e livros de imagens, ou as imagens estavam remetidas para anexos compilatórios de imagens, mas atualmente reconhece-se que as imagens têm a sua própria importância (6).

A infografia torna-se interativa no suporte digital, que além de imagens e textos possibilita a incorporação de movimentos, em animações 2D e 3D, e sonoplastia, ao acrescentar áudio ao vídeo. A característica interativa refere-se à possibilidade de o leitor controlar, ao menos parcialmente, a visualização da infografia por meio dos botões de navegação, para ‘avançar’ e ‘voltar’ e de links para novas áreas; ou seja, controlar o ritmo da leitura. Mas também pode ser voltada para a personalização ou customização do conteúdo. Para Gonzalez (44), a lógica da aplicação da interatividade em relação à fixação da mensagem é que a atenção dada pelo sujeito em elaborar suas próprias decisões e estratégias para a aprendizagem é muito mais eficaz que a recepção passiva (23). A utilização de um ambiente digital tridimensional permite criar envoltórias que elevam a concentração na resolução de atividades sob forma de desafio ou jogo, mais cativante. A atratividade da estrutura tridimensional então abre a possibilidade de animar as práticas educativas.

1.2.3 ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA

A etimologia da palavra “gráfico” refere-se a uma descrição, demonstração ou operação que é representada por traços, seja na escrita ou no desenho. A ilustração nasce do encontro de palavras e imagens coexistentes em múltiplos artefactos de comunicação, quase sempre contribuindo para um objetivo comum – a comunicação de uma ideia (45). A ilustração representa o aspeto material visual de um texto e tem a mesma origem que o adjetivo “ilustre”, relacionado a distinção e/ou embelezamento (adorno). Refere-se também ao processo técnico empregue na conceção de gravuras duplicadas, como a xilogravura e a litografia. A relevância de uma imagem impressa, passível de ser duplicada, está no incremento do seu potencial didático vocacionado a democratizar o acesso ao conhecimento.

Desde os desenhos rupestres a humanidade usa ilustrações para transmitir o conhecimento a outras pessoas, naquele imediato ou até a outras gerações. Embora utilizando a arte figurativa,



Figura 9 Arte rupestre da caverna de Chauvet (102)

o conteúdo da arte rupestre já era capaz de permitir a identificação dos animais representados. Um exemplo são os desenhos da caverna de Chauvet, localizados em Ardèche, na França, datados do Paleolítico Superior, onde é possível contemplar a representação de várias espécies, com razoável precisão, considerando a idade em que foram feitos (46). Essas imagens eram criadas com um propósito utilitário, e, para além disso, são a expressão de uma narrativa. Por isso entende-se serem estes os primeiros testemunhos de ilustração.

Durante o século XV, a campanha de descoberta marítima que havia em Portugal teve grande influência nas atividades de ilustração, tendo sido responsável pela primeira vaga de Ilustradores-naturalistas e do erigir das bases fundamentais da ilustração científica, tal como hoje se entende. Naquela altura não existia a fotografia e o desenho figurativo era o único modo de registar as descobertas das primeiras expedições científicas sem ser através de exaustivas descrições textuais. Criou-se uma corrente de alfabetização visual, apoiada na necessidade de registar os patrimónios naturais das novas terras (índios, povoados, plantas e animais) para que os centros decisores avaliassem a sua pertinência e a sua tradução em fundos económicos para o Reino (47).

Ao longo da história, arqueólogos, cirurgiões, engenheiros e outros pesquisadores procuraram representar dados científicos importantes de uma maneira que pudesse ser entendida por outros (especialistas e não especialistas). Especialmente em botânica, uma vez que era necessário identificar o uso potencial de plantas para agricultura, farmácia e química. As ilustrações provaram ser um meio eficaz para atingir esse objetivo, pois têm a capacidade de enaltecer a informação mais relevante, omitir o desnecessário, simplificação e síntese. Permite a composição de vários elementos em simultâneo, faz uma gestão da profundidade e da iluminação, elimina sujidade e fatores de ruído visual e tem a capacidade de reconstruir partes inexistentes,

escondidas ou danificadas. O ilustrador pode selecionar determinados aspetos para destacar, eliminar, adicionar ou alterar sem deturpar; o resultado será sempre uma imagem estrategicamente pensada e construída tendo em mente um objetivo bem definido. A omissão consciente de diversos elementos é uma das grandes vantagens que a ilustração tem em relação a qualquer meio de produção fotográfica, pois permite deslocar a atenção do observador para onde ela é necessária. Disciplinas como a Biologia, Geologia, Paleontologia, Arqueologia, Medicina e outras, servem-se destes desenhos interpretativos para mostrar objetos e representar aspetos que de outra forma não poderiam ser vistos (como exemplo, aqueles observados em microscopia, com a visualização de estruturas internas, células, moléculas, etc.).

A ilustração científica moderna é entendida como um domínio gráfico da comunicação de ciência, que concilia a ciência e a arte num único modelo de comunicação, cuja função prioritária é codificar visualmente o conhecimento científico numa unidade comunicacional credível, acessível e passível de ser entendida. Está mais próxima da metodologia científica que da inspiração e manifestação artística (48), uma vez que o rigor dos conteúdos se sobrepõe às preocupações estéticas (embora as mesmas não sejam descuradas na construção de uma imagem atrativa).

A definição dada por Correia (17) entende que a ilustração científica é uma imagem útil (que cumpre um fim objetivamente delimitado), e honesta (em que acreditamos ser factualmente verídica). De acordo com o mesmo autor, é sobretudo uma imagem estrategicamente enfática, não-dúbia, facilmente perceptível e assimilável em termos cognitivos, com medidas exatas e uma abordagem destinada a ser o mais fiel possível ao assunto em questão. As informações transmitidas devem ser rigorosas e objetivas, facilmente perceptíveis e assimiláveis em termos cognitivos, procurando evitar o excesso de informação. Deve ser capaz, por si só, de veicular a mensagem nela contida a indivíduos que a desconhecem, bem como deve criar uma empatia emotiva necessária para estimular a apreciação do registro imagético, facilitar a sua análise, e agilizar a interpretação e consequente apreensão do conhecimento (49).

Pelo seu potencial de síntese, impacto visual e elevada legibilidade, é uma ferramenta eficaz na transmissão do conhecimento e atuante no processo de sensibilização e conscientização sobre assuntos de interesse público como fenómenos naturais e medidas de conservação/prevenção. Desempenha, além de uma função pedagógica-didática, um papel preponderante no progresso científico e tecnológico enquanto plataforma comunicacional, ao registar e difundir os resultados mais notórios da investigação científica a uma grande diversidade de públicos, fomentando a literacia científica.

1.2.3.1 A ilustração científica como infografia

O nível de esforço cognitivo é reduzido significativamente quando a estrutura de organização do projeto se evidencia por um sistema visual bem definido. Além disso, já foi evidenciado que a relação entre a beleza e o prazer na apresentação visual de dados com as emoções do indivíduo

contribui para a formação de opinião, e que uma interface atraente e convidativa motiva a exploração do conteúdo textual.

A ilustração científica enquanto manifestação simultaneamente predominantemente científica e com nuances que mimetizam as características artísticas, tem a capacidade intrínseca de aproximar estas duas realidades, criando o “veículo” visual ideal para transmitir o saber científico (17). Combina o conhecimento científico com técnicas de observação, desenho e representação, de forma a clarificar factos, explicar conceitos e salientar as características importantes ao mesmo tempo em que omite toda a informação redundante que possa distrair o observador dos conteúdos principais (50). Cabe ao ilustrador científico adaptar a linguagem gráfica do trabalho realizado de modo a garantir o rigor científico do mesmo, mas também a torná-lo claro para a audiência de que são alvo. Lencastre (51) menciona seis pressupostos que explicam os efeitos das ilustrações na compreensão dos textos. Elas podem:

- Fornecer informação adicional, não disponível no texto ou difícil de descrever verbalmente;
- Apresentar um efeito de enfoque, uma vez que chamam a atenção do leitor para a leitura;
- Reforço pela repetição da informação, sem ser redundante, facilitando a sua memorização;
- Reduz a probabilidade de a informação ser esquecida;
- Facilita o manuseio de informações atuando como memória externa – evita que o leitor tenha de procurar informação no texto ou na própria memória;

A dupla função de fornecer informação e ser visualmente agradável e apelativa aproxima a infografia da ilustração científica, tal como refere Joana Quental (52) “concilia-se, deste modo, a necessidade de comunicar um conjunto de dados com a vontade de os tornar graficamente claros e esteticamente apelativos. Palavra e imagem colaboravam na comunicação do saber”. Quando utilizadas dentro da infografia, as ilustrações científicas ajudam os leitores com baixo conhecimento prévio sobre o assunto a construir modelos mentais que promovem a compreensão e a recordação de textos científicos.

As potencialidades educativas dos infográficos permitem o acompanhamento passo-a-passo de um processo, fato ou acontecimento histórico ou biológico, possibilitando a visualização de processos muito lentos ou muito rápidos. Facilitam o processo de memorização pela riqueza de imagens e pequenos fragmentos de texto, promovendo o desenvolvimento das habilidades cognitivas de interpretação, análise e síntese (alfabetização visual) (53).

Além de promover e facilitar o entendimento da realidade e do contexto sociocultural e científico, a documentação visual assume um papel argumentativo, sustentando a idéia de uma mudança de pensamento, comportamento e ações, sugerindo ou demonstrando os fatos necessários para que tais mudanças, por meio de ações individuais e coletivas, se efetivem (54). O grande público exige acesso imediato e de fácil compreensão a informações que dizem respeito ao seu bem-estar social, físico e ambiental, áreas em que o contributo de uma comunicação visual rigorosa é fundamental. O ilustrador científico pode formatar mensagens científicas sobre a forma de imagens estrategicamente construídas, representativas de práticas humanas que resultam em

um impacto negativo no meio ambiente, e com potencial para funcionar como um catalisador de conhecimento assimilado e uma maior conscientização.

1.3 SELEÇÃO DO ÂMBITO TEMÁTICO

O crescimento populacional humano, acompanhado do aumento na demanda de produtos e serviços pela sociedade, tem como consequência uma maior necessidade de provimento de alimentos. Uma das estratégias adotadas para suprir a alimentação mundial, tem sido a intensificação do uso de produtos fitofarmacêuticos. Entretanto, a utilização destes produtos é questionada por diversos órgãos da saúde, por causar sérios danos ao meio ambiente e contaminar os recursos naturais, causando diversos problemas de saúde em pessoas e animais que habitam áreas agrícolas ou que consomem alimento contaminado. A falta de informação dos produtores sobre as consequências do uso de agrotóxicos nos ecossistemas, bem como a falta de treinamento para o uso adequado dos produtos e a venda indiscriminada coloca em risco toda a cadeia alimentar. Devido às diferentes interpretações da evidência científica em relação ao potencial risco para a saúde, é necessário o investimento em pesquisa para gerar produtos menos nocivos, e promover a difusão ativa dos resultados para gerar produtores mais bem informados que saibam aplicá-los de forma mais criteriosa e adequada.

No âmbito desta tese, e da elaboração das infografias, baseadas em ilustração científica, a temática dos fitofarmacêuticos foi escolhida por satisfazer os seguintes requisitos básicos:

- Ter utilidade para a saúde humana e para o meio ambiente, destacando as possíveis relações entre problemas ambientais e impactos a saúde dos ecossistemas.
- Ter relevância no cenário científico e social da atualidade, de maneira que o receptor da comunicação fique mais bem informado a respeito de assuntos científicos emergentes.
- Ter impacto social e/ou cultural. A proximidade do cotidiano do leitor o motiva, por se sentir direta ou indiretamente implicado, a obter consciência da situação atual e incentiva a procura de soluções/adaptações/mudanças.

A pesquisa se mostrou muito relevante do ponto de vista ecológico; envolve questões de cunho social, económico, político, de saúde pública e ambiental e de segurança alimentar. Foi selecionado como tema central por ser necessário se criar uma conscientização sobre os efeitos dos produtos fitofarmacêuticos nos ecossistemas, sobre a possibilidade de contaminação de animais de estimação, animais de produção, e o próprio homem. Observa-se a necessidade de procurar a validação dos fatos com base num *corpus* razoável de estudos independentes. A avaliação toxicológica é de grande utilidade para a elaboração de uma análise de risco ambiental.

Optou-se por restringir a pesquisa sobre o herbicida glifosato, pela razão de ser um dos mais populares em termos de discussão regulamentar a nível internacional, muito utilizado em práticas agrícolas e em espaços públicos nas cidades. Para além disso, a sua taxa de uso aumentou significativamente na última década, devido ao baixo custo e a adoção de culturas geneticamente modificadas que são resistentes a seus efeitos tóxicos, permitindo um maior rendimento da colheita. A literatura é bastante escassa no que diz respeito a efeitos provocados em testes com mamíferos, devido a restrições éticas, dificultando a cautela dos agricultores na aplicação do produto em suas lavouras. Por isso é importante que este público-alvo se mantenha informado a fim de obter os efeitos benéficos desses recursos sem colocar em risco o meio

ambiente e sem deixar resíduos em fontes alimentares e de água com efeitos potencialmente negativos na saúde humana e animal.

Devido à importância econômica destes produtos por aumentarem a produção de culturas em todo o mundo, a fim de proteger a biodiversidade e manter a produtividade agrícola sem deixar resíduos em fontes alimentares e de água, através da compreensão e assimilação do conhecimento sobre o assunto, é possível desenvolver estratégias de prevenção e minimizar os efeitos provenientes da exposição.

1.3.1 Utilização de produtos fitofarmacêuticos na agricultura

Os fitofarmacêuticos são produtos destinados a controlar o crescimento de organismos biológicos indesejáveis e/ou prejudiciais na agricultura. Suas funções básicas na agricultura incluem o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade dos produtos e a redução do trabalho e gastos com energia. Podem ter várias designações, consoante os organismos que combatem. Por exemplo, inseticidas, herbicidas, fungicidas, nematocidas e rodenticidas são utilizados para controlar insetos, ervas daninhas, fungos, nemátodes e roedores, respetivamente (55). O termo mais frequentemente usado é “pesticidas”, embora há também quem os designe “agroquímicos”, e, mais raramente, “biocidas”.

Alguns pesticidas foram desenvolvidos durante a 2ª Guerra Mundial para uso em combate. Os inseticidas organofosforados foram criados para destruir a produção de arroz dos japoneses, sendo posteriormente utilizados para desflorestar grandes áreas de floresta. Após a 2ª Guerra Mundial, estes produtos foram inseridos na produção agrícola e como uso privado em casas e jardins. Epidemiologistas observaram um aumento na incidência de linfoma não Hodgkin, claramente agrupados em áreas agrícolas e paralelamente ao aumento da utilização dos pesticidas (56), dando início a vários ensaios experimentais independentes vinculando a utilização de agentes químicos na agricultura a impactos ambientais e problemas de saúde.

Os produtos fitofarmacêuticos são sempre usados em formulações - além da(s) substância(s) ativa(s), o produto tem ainda na sua composição um conjunto variável de outras substâncias denominadas formulantes (57). Além disso, quando as formulações por si só não são capazes de resolver com eficácia e eficiência, os problemas para que foram desenvolvidos e homologados, podem ser adicionados adjuvantes com o fim de melhorar as suas características (57). A maioria dos herbicidas não consegue penetrar no revestimento ceroso das folhas, que atua como uma barreira natural e impede a absorção de organismos externos e compostos químicos. Um adjuvante é adicionado para atravessar este revestimento, potencializando a ação do ingrediente ativo e melhorando a qualidade do produto. No entanto, os adjuvantes são considerados e declarados como diluentes inertes porque não são considerados diretamente responsáveis pela atividade dos produtos.

Atualmente, os produtos fitofarmacêuticos representam importante papel na produção de alimentos capazes de suprir as necessidades de toda a humanidade e na manutenção da rentabilidade da produção agrícola. Existe grande incoerência entre os diferentes factos científicos reportados por independentes e os propalados pela indústria, demonstrando grande interesse económico envolvido no tópico. Desta forma, é evidente que haja uma tendência em valorizar os aspetos positivos em defesa da produtividade, mantendo desinformados os produtores, os consumidores e a sociedade em geral. Na sua grande maioria, trata-se de produtos químicos que têm inerentes a si próprios uma certa toxicidade, sendo inegável que a exposição mais ou menos prolongada a estes produtos pode gerar problemas toxicológicos no homem, nos seres vivos e no ambiente (57).

Os herbicidas representam a maior parte do volume total de produtos fitofarmacêuticos aplicados na agricultura. Quando aplicados de forma inadequada, essas substâncias podem ser lixiviadas pela chuva para águas subterrâneas, córregos, rios e águas costeiras. A água subterrânea é frequentemente a principal fonte de abastecimento de água potável nos aglomerados populacionais humanos. Animais que ingerem água ou alimentos contendo essas substâncias podem depositá-las na gordura e nos músculos, podendo contaminar a carne e o leite. Em resultado da sua difícil degradação, persistem e acumulam-se na cadeia alimentar, num fenómeno de biomagnificação, podendo causar doenças agudas e crónicas a nível hormonal e reprodutivo em humanos e animais.

1.3.2 Glifosato

Os herbicidas à base de glifosato (*N-fosfometilglicina*), organofosforados sistêmicos, são os principais herbicidas de amplo espectro e não-seletivos amplamente utilizados em praticamente todas as regiões geográficas mundiais para o controle de ervas daninhas anuais e perenes (58). Desde que foi introduzido em 1974, o glifosato ganhou popularidade como sendo seguro e ambientalmente benigno, tornando-se o herbicida mais usado no mundo. Com o aumento do consumo de glifosato em todo o mundo, novos estudos demonstram que o uso intensivo do herbicida, favorecido inclusive, pelos cultivos transgênicos resistentes ao glifosato, pode gerar resíduos que permanecem tanto na colheita quanto em animais usados na alimentação humana.

Uma intoxicação pode se desenvolver por meio de: contato direto com a pele e mucosas durante o manuseio do produto; ingestão de culturas tratadas ou animais que se alimentam de culturas tratadas; através da picada de insetos que estiveram presentes durante a pulverização; inalação do *spray* que foi soprado pelo vento em áreas próximas de uma cultura tratada; resíduo que foi incorporado no solo ou escoado pela chuva em águas subterrâneas, córregos, rios e águas costeiras; transmissão parental.

A partir daí os danos podem ocorrer por meio de intoxicação aguda ou crónica. Intoxicação aguda ocorre quando o indivíduo é exposto a doses altas, em curtos períodos, demonstrando sintomas rapidamente. Por sua vez, a intoxicação crónica ocorre quando o indivíduo é exposto a doses

menores por um longo período, podendo ter consequências mais graves para a saúde a longo prazo.

As espécies utilizadas em estudos sobre a toxicidade do glifosato na saúde humana são escolhidas, muitas vezes, por serem fáceis de manter em laboratório. Para além disso, as restrições atuais éticas fazem com que a utilização de animais vertebrados em estudos científicos seja cada vez mais diminuta. Por isso, é difícil encontrar informação específica para animais domésticos de grande porte ou de companhia que possam ser submetidos a contacto direto com estes compostos. Vacas, porcos, ovelhas, cabras e galinhas criados em fazendas são alimentados com grãos geneticamente modificados e conseqüentemente incorporam de forma cumulativa quantidades desconhecidas de glifosato. Sabe-se porém que, como consequência, produtos animais derivados como ovos, manteiga, queijo e leite também estão contaminados com esses resíduos.

O modo de ação do glifosato está relacionado à inibição da enzima *5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase* (EPSPs), envolvida na via metabólica do ácido chiquímico, encontrado apenas em plantas, algas, bactérias e fungos, mas não em animais. Entretanto, foram relatadas outras vias de inibição (59) que provocam efeitos negativos em espécies de invertebrados e vertebrados.

Vários estudos clínicos constatam ou apontam para uma efetiva correlação entre os efeitos do glifosato no sistema endócrino e toda uma série de anomalias em uma ampla gama de espécies animais, desde invertebrados a grandes mamíferos (55). Foi demonstrado que o glifosato é genotóxico, citotóxico (60) (61), teratogénico (62) e disruptor endócrino (63) em vertebrados. Alterações no sistema endócrino os associa a disfunções no desenvolvimento embrionário e na reprodução em humanos e animais, prejudicando o desenvolvimento, a reprodução, o sistema neurológico e imunitário. As alterações causadas por disruptores endócrinos podem causar disfunções reprodutivas, deficiências funcionais, alterações no desenvolvimento, anormalidades estruturais ou à morte do organismo em desenvolvimento.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral deste projeto é criar um modelo de comunicação visual que contribua para uma melhor e mais consistente divulgação do conhecimento científico a um público mais abrangente e não especializado. Para alcançar este objetivo foram elaborados quatro artigos que, além da componente verbal (texto), transpõe fatos científicos observáveis para uma representação gráfica.

A oportunidade de reflexão em torno da ilustração e da divulgação científica reflete o interesse pessoal da autora sobre os atributos estéticos e cognitivos da manifestação artística, aliados ao rigor da metodologia científica em prol da educação, do bem-estar social, físico e ambiental. O formato infográfico foi eleito para condensar as informações a serem transmitidas pela conjugação de texto e da imagem na forma de ilustrações científicas. Este recurso é capaz de aliar o caráter direto e atrativo das representações visuais à descrição objetiva da linguagem verbal para estimular a leitura do texto integral, que atende o propósito primário deste projeto.

No conteúdo do projeto foram explorados temas relacionados com o uso do herbicida glifosato na produção de culturas e sua relação com a saúde e o meio ambiente, com o objetivo de contextualizar e esclarecer informações do método experimental de modo que elas sirvam ao interesse público.

Dentro deste contexto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Estabelecer relações entre os conceitos de infografia e de ilustração científica, e procurar perceber em que medida a estratégia de aliar estes recursos pode contribuir para despertar o interesse dos leitores a acessarem a informação complementar e/ou lerem artigos científicos;
- Elaborar infográficos que demonstrem a atividade da ilustração científica enquanto agente modelador da aprendizagem e veículo de conscientização, disseminando diretrizes que auxiliam a tomada de decisões;
- Estimular a interação entre a comunidade científica e o grande público não especializado, garantindo um fácil, mas conciso e objetivo, acesso à informação já comprovada sobre temas que dizem respeito ao meio ambiente, saúde e bem-estar social;
- Promover o consumo de conteúdos informativos de ciência e facilitar a aquisição de informação pelos seus consumidores, estimulando a participação do cidadão na sociedade contemporânea;
- Contribuir para melhor informar e sensibilizar o leitor para a problemática do glifosato, estimulando a consciência socioambiental e, conseqüentemente, o desenvolvimento de medidas preventivas que minimizem a exposição a agrotóxicos de seres humanos e de animais que são sua fonte de alimento, de forma direta ou indireta;
- Promover uma reflexão sobre a utilidade da investigação científica no desenvolvimento de propostas que conduzam a uma melhor qualidade de vida;
- Refletir sobre a necessidade de inserção de um profissional da comunicação visual nos centros de investigação científica para tornar o processo de difusão mais eficiente.

Não é o nosso objetivo a resolução de um problema específico no campo da representação visual ou da comunicação científica, tampouco sobre a controversa temática dos agrotóxicos. Também não é objetivo fazer um estudo sobre a infografia e a ilustração científica enquanto meios de representação em particular, nem uma análise exaustiva sobre o conteúdo científico que nelas se inscreve. Mas sim, como uma oportunidade para refletir em que medida o uso destes recursos visuais pode contribuir para a apreensão da informação pelo leitor, sensibilizá-lo acerca do tema, e, conseqüentemente, contribuir para o fortalecimento da área da comunicação científica e até da literacia científica, promovendo a cultura científica em novos nichos (setores produtores primários).

2. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

2.1 Seleção do público-alvo e plataforma de divulgação

Uma vez selecionado o tema de trabalho foi necessário determinar um público-alvo e encontrar uma plataforma de divulgação adequada.

A contaminação por agrotóxicos é um tema que vem despertando atenção crescente, principalmente no Brasil, que possui extensas áreas de cultivo. Afeta diretamente os trabalhadores rurais e a vida selvagem em zonas limítrofes às áreas agrícolas. Portanto, o setor que mais se beneficiaria com a difusão de informações acerca do tema para a implementação de métodos mais sustentáveis que identificamos foi o agropecuário.

A oportunidade de publicação se apresentou em um periódico trimestral brasileiro, de nome *Revista Mercado Rural*. A sua distribuição e circulação é gratuita (o que facilita a penetração no universo de potenciais leitores), dirigida a um público composto em sua maioria por produtores rurais, empresários, agricultores, zootecnistas, veterinários, agrônomos, equideocultores, pecuaristas, suinocultores e avicultores. É direcionada para as associações de raças de equinos e bovinos nacionais, exposições, leilões, sindicatos rurais e cooperativas, e principais eventos do agronegócio brasileiro.

2.2 Seleção das questões centrais

O conteúdo dos artigos foi elaborado a partir da consulta sobre o que de mais relevante foi publicado sobre o tema por outros investigadores em revistas científicas da especialidade. De todas as questões detetadas na revisão bibliográfica, foram selecionados quatro que se destacaram. A escolha das questões centrais foi feita tomando em consideração o que é mais pertinente para o momento e para o perfil da audiência a que se destina. Também foi levado em conta a viabilidade da transposição da informação verbal para uma forma gráfica, facilitando uma tradução visual capaz de despertar o interesse desse público pela leitura.

O primeiro artigo introduziu brevemente a temática do glifosato e a sua relação com os danos reprodutivos e teratógenos apresentados na espécie de um roedor *Rattus norvegicus*, com quem a audiência está familiarizada. Optou-se por esta espécie enquanto objeto de estudo devido à sua elevada semelhança fisiológica com os seres humanos. Com este modelo animal, procurou-se analisar as principais alterações anatómicas e fisiológicas expectáveis de ocorrer em seres humanos e em outros vertebrados após exposição crónica ao glifosato, sem descuidar do rigor científico e sem causar constrangimento com a identificação destas malformações diretamente sobre seres humanos. O objetivo deste artigo foi sensibilizar o público para os potenciais efeitos à saúde do homem, dos seus descendentes e dos animais que lhes servem de alimento, além de chamar a atenção para a necessidade de se aprofundarem as pesquisas científicas acerca das substâncias que compõe os agrotóxicos.

O segundo artigo falou sobre o declínio dos polinizadores e o papel que desempenha o herbicida glifosato no desaparecimento da população das abelhas-europeias da espécie *Apis mellifera*.

Este declínio tem despertado uma grande preocupação alusiva aos impactos económicos resultantes da redução da produção de alimentos, à manutenção da biodiversidade florística e às implicações na saúde dos consumidores, uma vez que, além da intoxicação e consequente morte das abelhas, os produtos provenientes da atividade apícola podem contaminar a cadeia alimentar. O objetivo deste artigo foi elucidar a importância de uma fiscalização e manuseio adequado do herbicida, especialmente em regiões de produção apícola.

O terceiro artigo falou sobre o botulismo e de que forma o glifosato contribui para potencializar indiretamente a ação das bactérias produtoras da neurotoxina botulínica. O botulismo é uma das principais causas de mortalidade de bovinos e aves domésticas, causando perdas económicas para a indústria pecuária e colocando em risco a saúde daqueles que se alimentem de carne, ovos e/ou laticínios provenientes de animais infetados. A intoxicação dos animais deve-se frequentemente à ingestão de suplementos alimentares com resíduos de agrotóxicos que podem influenciar a composição da flora gastrointestinal. O objetivo deste artigo foi retratar como o glifosato é capaz de alterar a comunidade bacteriana intestinal dos animais presentes em ambientes rurais, podendo contribuir para o aumento dos surtos de botulismo.

O quarto artigo aborda os potenciais efeitos tóxicos do glifosato no microbioma intestinal e as subsequentes implicações nas funções neurológicas. A disbiose intestinal tem sido relacionada com a incidência de doenças neurológicas e outras patologias, que aumentou paralelamente ao uso de herbicidas à base de glifosato e culturas geneticamente modificadas na agricultura. Acredita-se que o glifosato pode inibir uma importante via bioquímica presente nas bactérias intestinais, causando um aumento excessivo de patógenos. Embora esta hipótese tenha os seus fundamentos, os estudos científicos ainda não conseguiram estabelecer uma ligação definitiva entre a disbiose intestinal induzida pelo glifosato e a prevalência de distúrbios mentais. O objetivo deste artigo foi reafirmar a necessidade de investimento em estudos mais rigorosos, que se dediquem a analisar o impacto a longo prazo do glifosato na saúde humana, bem como demonstrar como é difícil atingir um consenso relativo a periculosidade do herbicida e a execução de medidas preventivas por parte das agências reguladoras.

2.3 Revisão integrativa

A revisão integrativa (Apêndice 7.1) foi o método de pesquisa utilizado para sintetizar e analisar o conhecimento científico já produzido sobre os temas em questão, com a intenção de manter o rigor científico na produção dos infográficos.

Este método de pesquisa é caracterizado pela inclusão simultânea de pesquisa experimental, não-experimental, teórica e empírica, além de incorporar um vasto leque de propósitos: definição de conceitos, revisão de teorias e evidências, e análise de problemas metodológicos sobre um determinado tópico de modo a proporcionar uma maior variedade no processo de amostragem e consequentemente aumentando a profundidade e abrangência das conclusões da revisão. Permite avaliar as diferenças entre os estudos e explicar as contradições

encontradas, aumenta o poder estatístico e a precisão da estimativa dos dados, e conseqüentemente, reflete melhor a realidade. Pode tornar os resultados de pesquisas mais acessíveis, pois facilita o processo de divulgação do conhecimento (64). O método de revisão integrativa também contribui para discussões sobre diferentes resultados de pesquisas, assim como reflexões sobre a realização de futuros estudos.

As sete etapas percorridas para a elaboração da revisão integrativa foram:

1. Definição da questão de pesquisa;
2. Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão na busca literária;
3. Definição das informações a serem extraídas dos estudos;
4. Avaliação dos estudos incluídos na revisão;
5. Interpretação dos resultados;
6. Síntese dos dados obtidos;
7. Validação dos resultados a partir da avaliação científica dos orientadores.

Os critérios de inclusão para esta revisão foram:

- a. Artigo nº1: estudos cujo experimentos com glifosato foram realizados em *Rattus norvegicus* ou que são abrangentes a maior parte dos vertebrados;
Artigo nº2: estudos cujo experimentos com glifosato foram realizados em *Apis mellifera*;
Artigo nº3: estudos cujo experimentos com glifosato foram realizados na microbiota gastrointestinal de bovinos e aves domésticas;
Artigo nº4: estudos que relacionavam o glifosato a doenças neurológicas através do microbioma intestinal.
- b. Publicação dos últimos 30 anos;
- c. Estudos experimentais ou semi-experimentais;
- d. Estudos qualitativos ou quantitativos;
- e. Estudos com descrição da intervenção realizada;
- f. Estudos em língua portuguesa, inglesa ou espanhola.

Os estudos foram provenientes de periódicos indexados nas bases de dados: Scopus, Science Direct e Web of Science, bem como em listas de referências e citações. Para a seleção dos artigos foi efetuada uma consulta aos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) e ao Medical Subject Headings (MeSH), sendo identificados e utilizados os descritores: toxicology, agrochemicals, glyphosate e livestock.

Com o interesse em analisar toda a publicação relacionada a essa temática e com o intuito de ampliar a amostra do estudo, foram também utilizadas, como estratégia de busca, as palavras-chave: glyphosate, health, animals, livestock, agriculture, bovine, poultry, pollinators, honeybee, vertebrates e, tendo como eixo norteador a pergunta e os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos para manter a coerência na busca dos artigos e evitar possíveis vieses.

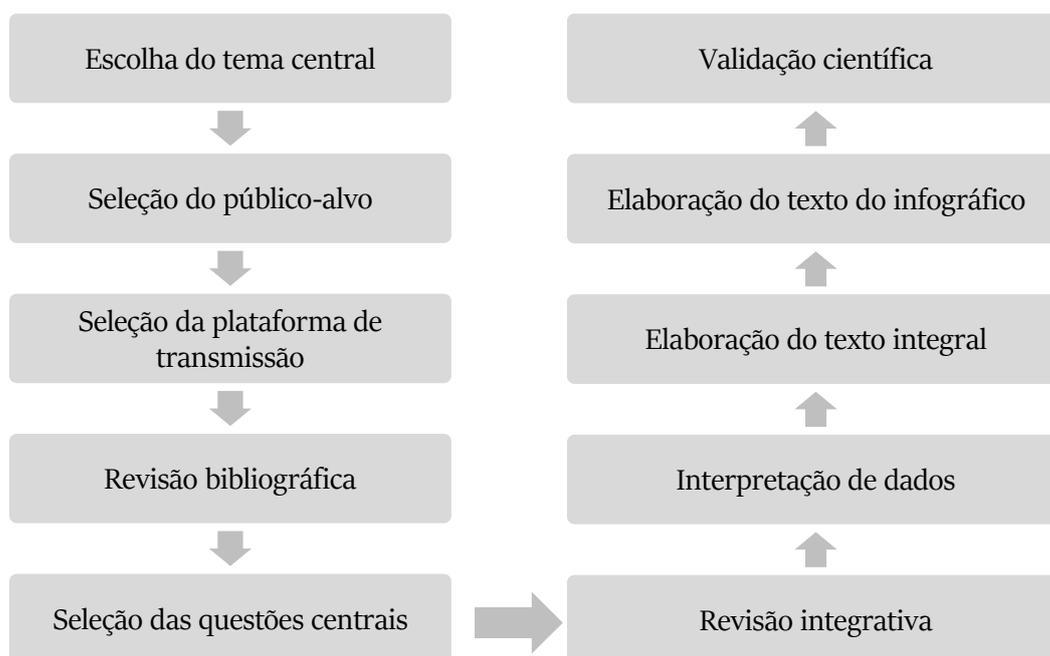
Para a análise na íntegra dos artigos selecionados, foi utilizado um instrumento de coleta e síntese dos dados, com o propósito de extrair, organizar e sumarizar as informações e facilitar a formação do banco de dados. O instrumento elaborado e validado por Ursi e Galvão (65), para coleta e análise dos artigos em uma revisão integrativa foi adaptado e utilizado nessa etapa do estudo, contemplando os seguintes itens: nome do artigo, ano de publicação, autores, intervenção estudada, resultados e recomendações/conclusões (Tabela 1)

Tabela 1 Instrumento de coleta e síntese de dados. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2006. (65)

Informações	Descrição
Nome do artigo	Título da publicação no periódico
Ano	Ano de publicação do artigo
Autores	Autores que participaram da elaboração do trabalho/publicação
Intervenção estudada	Apresentação dos materiais e métodos abordados na publicação
Resultados	Descrição dos resultados da publicação
Conclusões/Recom.	Conclusões e recomendações finais da publicação.

2.4 Métodos para produção dos textos

Os métodos para produção dos textos se relacionam de maneira sequencial às etapas de contextualização, como exemplificado no Fluxograma 1:



Fluxograma 1 Métodos para produção dos textos

A partir da interpretação dos dados da revisão integrativa e seleção das informações mais relevantes, foi elaborada a contextualização do quadro teórico dos artigos.

Antes de dar início à produção textual, foi essencial examinar o suporte vocacionado para a publicação: o perfil e o grau de instrução e de conhecimento dos seus leitores, bem como a cultura e o contexto social/político/geográfico em que eles se inserem. A maioria não estava necessariamente familiarizada com a nomenclatura especializada de um artigo científico, portanto, para não desmotivar a leitura, foi imprescindível o uso de uma linguagem acessível, evitando o máximo possível o recurso à terminologia técnica. Frases complexas, longas e muito elaboradas também foram evitadas pelo risco de serem fastidiosas e desmotivarem o interesse pela leitura.

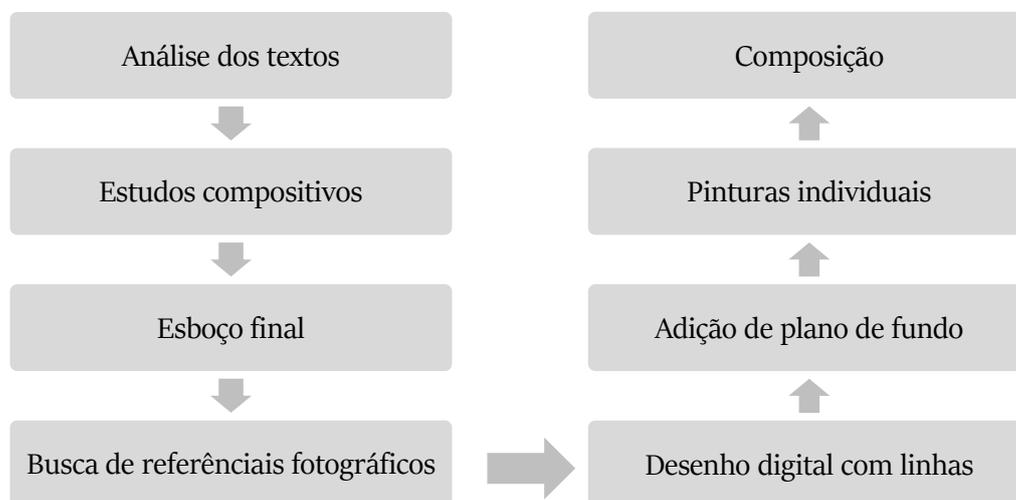
Na elaboração textual, procurou-se associar os resultados da revisão integrativa ao contexto do leitor, com o objetivo de se estabelecer uma proximidade com a sua realidade para motivá-lo à leitura, ao mesmo tempo que se mantém o rigor científico. A maioria dos leitores é composta por produtores rurais que não abririam mão de usar fitofarmacêuticos para limitar a infestação de ervas, pragas e doenças nas colheitas. Por este motivo, foi considerado importante evitar o uso de termos categóricos como “absolutamente”, “nunca”, “certamente”, e emocionais como “terrível”, “fantástico”, “inacreditável”. Optou-se por reduzir ao mínimo possível qualquer manifestação de subjetividade, em privilégio da clareza e objetividade dos resultados.

Durante este processo foi necessário destacar parte da informação textual para fazer parte do infográfico. Os textos dos infográficos, em conjunto com as ilustrações, compõem uma narrativa que complementa o texto integral. Por isso, a sua escolha foi tomada levando em conta os seguintes fatores: a possibilidade de representação visual, a possibilidade de se estabelecer uma narrativa com as informações e a sua relevância em complementar o que foi dito no texto integral.

A publicação foi limitada a uma página por artigo, e, ainda levando em consideração o espaço que se dedica ao infográfico, cada texto integral foi elaborado para ser tão breve quanto possível - entre 400 e 500 palavras. No fim desta primeira etapa, foi necessário obter a validação do conteúdo por parte dos orientadores, para assim dar início à produção das imagens.

2.5 Métodos para produção das imagens

Após a elaboração e análise dos textos, iniciou-se o processo de criação dos infográficos, exemplificado no Fluxograma 2:



Fluxograma 2 Métodos para produção das imagens

O processo de criação dos infográficos iniciou-se com a interpretação dos textos e a elaboração de uma narrativa visual que transmite a informação neles contida. A narrativa foi construída sempre tendo em conta os dados obtidos na revisão integrativa e utilizados na elaboração dos textos, de forma a garantir a comunicação visual de uma mensagem contextualizada. Através de apontamentos e traços simples e rápidos feitos à lápis de grafite, foram realizados estudos compositivos para analisar possíveis enquadramentos e o posicionamento mais eficiente das partes/elementos principais na criação de uma melhor retórica. Normalmente, estes estudos precisam ser repetidos diversas vezes, com maior ou menor quantidade de detalhes, para que se estabeleça a configuração adequada das partes no espaço do infográfico.

Em seguida, foi feita a reposição desta configuração para um esboço final (Figura 10 e 11). O objetivo deste esboço é proporcionar uma vista da composição mais objetiva e livre de ruído visual, antes de dar início a um desenho mais complexo e detalhado. Ele já conta com o posicionamento, tamanho, proporção e função exata de cada elemento que integra o infográfico. Nesta fase também foram definidos o local de inserção dos blocos de texto, os títulos (quando necessários) e os vetores diretores. Os vetores diretores condicionam e pré-determinam a leitura e decifração da imagem segundo uma sequência visual de eventos, através de signos (apontadores ou setas, linhas, padrões, etc) ou outros elementos gráficos capazes de visualmente induzir determinada direção de leitura. Estes vetores podem, além dos signos, serem posicionamentos, orientações, curvaturas, ampliações, transparências, tonalidade das cores, etc.

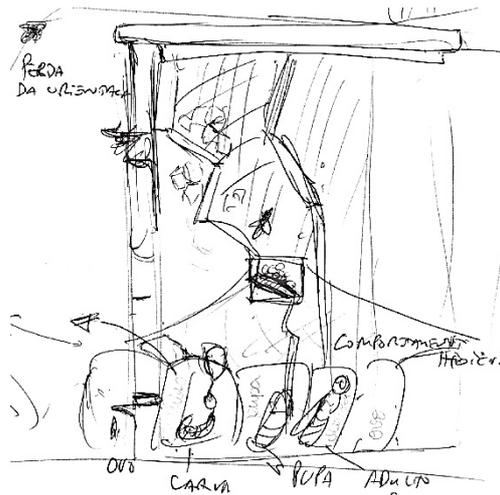


Figura 10 Primeira fase do esboço final

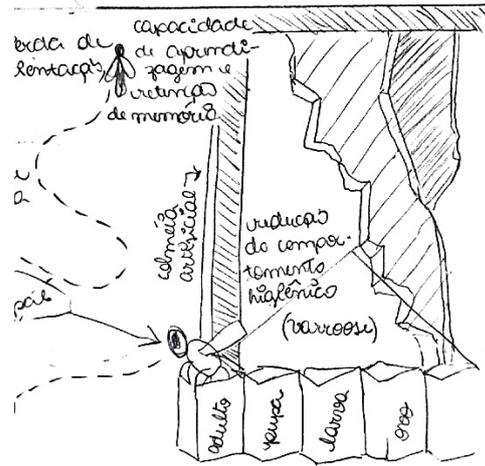


Figura 11 Segunda fase do esboço final

Para pôr em prática uma abordagem visual que fosse o mais realista possível e alcançar o nível de detalhe que foi pretendido, optou-se, nas etapas que seguem, por recorrer à técnica de ilustração digital. Executada através de um software de edição de imagens e de uma mesa de digitalização gráfica (Figura 12), a técnica de ilustração digital possui várias vantagens se comparada com técnicas de ilustração tradicionais. Em termos de publicação, é extremamente mais eficaz que qualquer meio manual e tem mais capacidade para manter a cópia próxima do original. É mais facilmente adaptável para outras mídias digitais e meios impressos, o que agiliza o processo de divulgação. Pode-se virtualmente desenhar em qualquer dimensão, e sempre existe a possibilidade de fazer correções/alterações, o que proporciona mais liberdade de experimentação para alterar os tons/cores/valores/tamanhos.



Figura 12 Meios de execução da técnica de ilustração digital: Adobe Photoshop CC e Wacom Intuos Pro.

Antes de iniciar a pintura digital, foi feita uma extensa busca por referências fotográficas que permitissem desenvolver a ilustração com o máximo rigor e efetiva proximidade visual à realidade anatómica ou outra. Algumas destas referências (como, por exemplo, a Figura 13), são fotografias tiradas pela autora ou por pessoas que autorizaram o seu uso para o desenvolvimento das ilustrações.

Após ter recolhido uma variedade de referenciais visuais, deu-se início ao processo de pintura digital. O esboço final foi refinado para um desenho (Figura 14), detalhado por linhas e alguns conceitos de profundidade e volume. Este desenho permite visualizar com mais clareza o que será o resultado e auxilia na tomada de decisões compositivas (cor, tom, textura, dimensão, proporção). Pela própria natureza do formato digital, é possível redimensionar/reposicionar as partes com facilidade até que se atinja o resultado pretendido. Esta camada da ilustração se encontra normalmente no topo, e o preenchimento dos objetos é feito em baixo das linhas, que servem de referencial. Posteriormente, estas linhas são apagadas ou têm a sua opacidade reduzida, pois linhas fortes e muito opacas são características de um desenho cartunescos, que é o oposto do que se pretende realizar.



Figura 13 Referência fotográfica



Figura 14 Desenho digital

A textura das linhas (Figura 15) também foi levada em consideração, já que é possível utilizar pincéis digitais que imitam lápis de grafite ou de carvão, muito úteis para se atingir o realismo característico de uma ilustração científica.

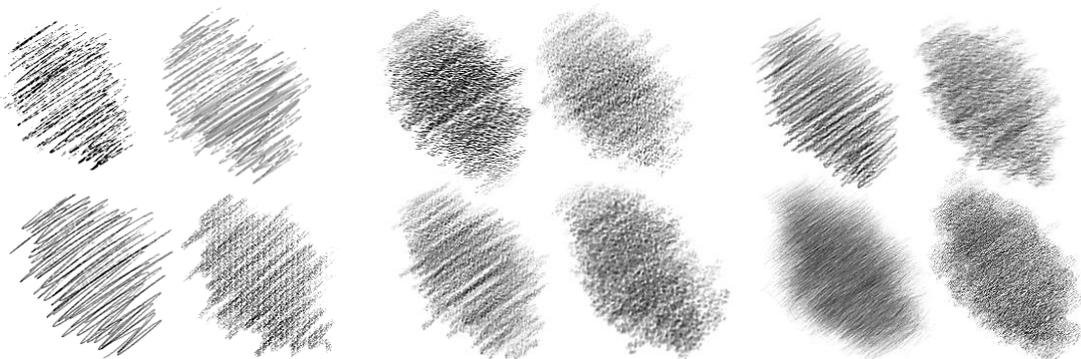


Figura 15 Texturas das linhas

No segundo momento, foi adicionado à imagem um plano de fundo (Figura 16), criado através da sobreposição de texturas e granulação, para que se pareça com um papel. Este fundo de

“papel” concede textura a toda a imagem e evita o aspeto artificial que muitas vezes se observa em fundos completamente brancos. Também faz saltar aos olhos os volumes, sobretudo a iluminação e os tons mais claros. Ele é inserido nesta etapa pois auxilia no processo mental de criação de uma atmosfera concisa entre todos os elementos da ilustração.

A primeira camada de cor (Figura 17) consistiu em um tom transparente e uniforme de cinza ou branco - dependendo se o objeto é mais claro ou mais escuro comparado com o fundo -, que limita a área a ser preenchida e proporciona um contraste inicial com o plano de fundo. Em seguida, fazendo uso de uma variedade de pincéis que oferecem diferentes possibilidades de criar texturas, a forma do desenho é preenchida com noções detalhadas de profundidade e volume (Figura 18).



Figura 16 Plano de fundo



Figura 17 Camada inicial



Figura 18 Preenchimento

Foi dada atenção especial às texturas e aos volumes, meios pelos quais distinguimos a complexidade e o realismo da ilustração. Para a criação de volumes contrastantes, as cores foram sendo sobrepostas em camadas de baixa opacidade (entre 5% e 30%). A gradual construção da opacidade é um processo lento que requer extrema capacidade de observação e concentração, e que quase nunca precisa de correção. Há pincéis tradicionais (Figura 19) que normalmente são utilizados nas fases iniciais de criação de volume, e também há aqueles cujo formato permite imitar variadas texturas, como o pelo de um animal e outras superfícies orgânicas (Figura 210).

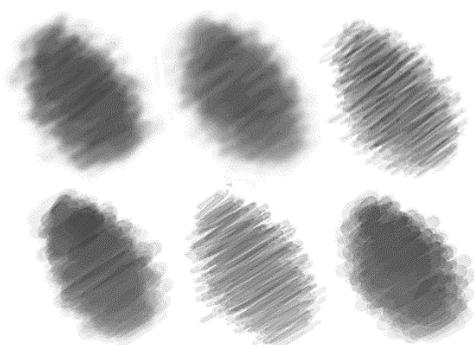


Figura 19 Pincéis tradicionais



Figura 20 Pincéis texturados

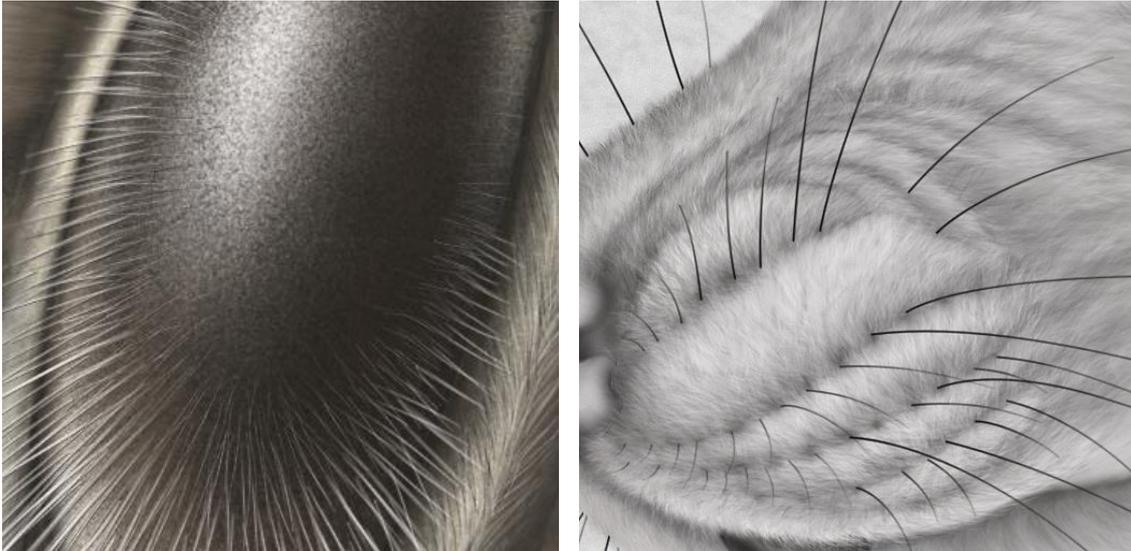


Figura 21 Detalhe da textura dos olhos de uma abelha e dos pelos de um rato.

Com exceção a alguns detalhes que são criados numa fase final do desenvolvimento do infográfico, a pintura/finalização dos personagens principais que compõe o infográfico foi executada individualmente, ou seja, em arquivos digitais separados, pois assim é possível que eles tenham maior resolução e mais possibilidades de serem multiplicados e alterados para vários fins.

No que diz respeito ao desenvolvimento geral da pintura de um objeto ou personagem, o método que foi utilizado consiste no preenchimento feito por completo de partes individuais do mesmo objeto (exemplificado na Figura 22) e não no preenchimento feito em camadas no objeto como um todo. Esse método é menos habitual - sobretudo em técnicas manuais, onde a pintura em grandes camadas é indispensável já que é necessário esperar a tinta secar -, pois não permite visualizar o volume do objeto por inteiro. Na ilustração digital, ele se beneficia da possibilidade de corrigir eventuais erros e fazer as alterações que forem necessárias. Na opinião da autora, a escolha do método fica a critério pessoal, pois o processo de criação, por mais que se encontre condicionado à técnica utilizada, é mental e está diretamente dependente da cognição e da percepção visual de cada indivíduo.



Figura 22 Exemplificação do método de pintura utilizado.

No processo de coloração da imagem, optou-se por mesclar duas técnicas: pintar diretamente em camadas de cores, exatamente como se faria em uma pintura tradicional (tintas a óleo, aguarela, acrílicas, etc.); ou pintar em tons de cinza para depois, por cima, aplicar – ou não – as cores. Ambas as técnicas são válidas e capazes de atingir um efeito realista e possuem seus prós e contras. A primeira enuncia um efeito de cores muito mais vibrante, mas pode constituir ruído visual. A segunda tem um efeito muito mais tênue, mas exalta a variação de valores, a iluminação e a forma.

A maior parte das ilustrações foram feitas em tons de cinza. Naquelas que necessitavam um maior destaque, foram acrescentadas cores suaves; os elementos de maior relevância na composição foram pintados diretamente a cores; enquanto as imagens em segundo plano permaneceram cinzentas numa tentativa de criar valor e importância diferenciada através da hierarquia de valores tonais e cromáticos (Figura 23). Com essa estratégia, foi possível usufruir dos benefícios de ambas as técnicas. Os detalhes mais importantes, que precisavam ser exaltados para captar o olhar do espectador, possuem cores vibrantes. Outros possuem uma cor bem tênue, que não se sobrepõe aos detalhes de maior importância, mas ao mesmo tempo se destacam quando comparados com aqueles que não possuem cor alguma.

A cor tem mais afinidade com as emoções, e quanto mais saturada for, mais estará carregada de expressividade. Os significados simbólicos a ela associados também podem ser usados para intensificar a informação visual. Na estratégia de coloração usada neste trabalho, a presença de cor em partes específicas da ilustração remete ao tema de estudo e simboliza as funções orgânicas, enquanto a cor em contraste com a falta de cor cria ênfase informativa ao tema,

atuando como uma forma de concentrar a atenção do espectador em um determinado assunto, eliminando distrações. A cor é um passo vital, mas a pintura em tons de cinza permite um aperfeiçoamento maior das formas, texturas e valores, podendo mais facilmente manipular a luz, o espaço e o tom. Ao ser colocada numa escala tonal, um tom de cinza pode modificar-se dramaticamente, possibilitando uma representação tonal muito mais vasta. Por isso, se torna um guia valioso ao passar para o processo de coloração.



Figura 23 Técnicas de coloração na pintura digital: imagem iniciada e finalizada em tons de cinza (esquerda), imagem iniciada em tons de cinza com posterior adição de cores (centro) e imagem iniciada e finalizada em cores (direita).

Após a finalização individual das partes, elas foram agrupadas em um só documento onde se deu início à etapa de composição para concluir a arte-final. Nesta etapa, primeiramente, os personagens foram posicionados nos locais pretendidos e, sempre que necessário, foram sendo feitas alterações no seu tamanho, forma, cor e luminosidade, de acordo com a funcionalidade de cada um e posicionamento em perspectiva. Em seguida foram pintadas - no formato de manchas, sombras ou até mesmo paisagens - formas de fundo (Figura 24), deixando a imagem mais harmônica e interessante. Também foram criadas, nesta etapa, as moléculas, bactérias, e outros detalhes importantes, bem como as formas que sugerem ampliação e os vetores diretores. Por fim, foram inseridos as caixas de texto e os títulos.



Figura 24 Formas de fundo: sombra (à esquerda), mancha (ao centro) e paisagem (à direita).

Seguido da finalização do infográfico, foi feito um modelo de paginação utilizando o *layout* das páginas da revista. Este modelo é exemplificativo, serve para orientar o editor sobre o

posicionamento preferido pela autora, procurando evitar a distorção e perda da qualidade da imagem. Também serve para ajustar o tamanho do texto e da imagem para que eles, juntos, possam ocupar o espaço da página. O passo final de todo o processo foi enviar para a editora este modelo, juntamente com o infográfico e o texto, para publicação.

3. RESULTADOS

3.1 Artigo nº1

3.1.1 Texto

Glifosato - afinal quão perigoso é?

Sabe-se que o progresso da ciência depende enormemente da interação entre a comunidade científica e a consciência do público e dos centros decisores. Essa tarefa é alcançada facilitando o acesso a informações científicas já comprovadas, incidentes sobre o meio ambiente, a saúde e o bem-estar social.

Muitos produtos resultantes de atividades humanas estão na base de algumas alterações biológicas e/ou climáticas com comprovado impacto negativo nas três vertentes acima sublinhadas. No entanto, são questões geradoras de controvérsia a nível social e que precisam de ser erradicadas através de ações de esclarecimento, de sensibilização e de consciencialização. Este e outros artigos procurarão ir de encontro a essa importante função de melhor comunicar e informar, além de chamar a atenção para a necessidade de se aprofundarem as pesquisas científicas acerca das substâncias que compõe os agrotóxicos.

Os herbicidas à base de glifosato são os mais utilizados no mundo inteiro, utilização essa liderada pelo Brasil. Vários países estão atentos à necessidade de sua restrição ou suspensão, ciosos das suas implicações no meio ambiente e na vida dos seres vivos. Após a sua aplicação, o glifosato pode ser degradado rapidamente no ambiente, mas pode ser igualmente escoado em águas superficiais ou até lixiviado (entrando no subsolo), podendo representar um perigo para as atividades agrícolas e pecuárias, seja através da contaminação de água ou pela ingestão de plantas contaminadas.

Vários estudos clínicos apontam para uma relação estreita entre estas substâncias tóxicas e uma série de anomalias detetadas em várias espécies de animais. Por exemplo, a exposição durante o desenvolvimento fetal desses animais pode levar a deficiências funcionais, anormalidades estruturais ou à morte da cria antes mesmo de nascer.

Para estudar os efeitos de compostos químicos, como é o caso do glifosato, em seres humanos e outros animais com valor econômico, são utilizados outros vertebrados como modelo de ensaio. Como estes modelos-animais exibem uma elevada semelhança fisiológica e/ou anatómica com o homem ou com o gado de que depende para se alimentar, os resultados observados nesses ensaios irão ser também aí observados. Um desses modelos animais são os roedores, nomeadamente os ratos.

De acordo com vários artigos científicos credíveis, a exposição ao glifosato pode prejudicar os rins (sistema excretor), o coração (sistema circulatório), os pulmões (sistema respiratório), o fígado (sistema hepático), o sistema hematopoiético e reprodutivo, com redução na quantidade de espermatozoides, diminuição do número de embriões que são capazes de se implantar no útero e ainda um aumento da mortalidade fetal, o que leva a um decréscimo acentuado do nascimento de crias e um aumento exponencial de doenças.

3.1.2 Desenvolvimento

Esboço preliminar

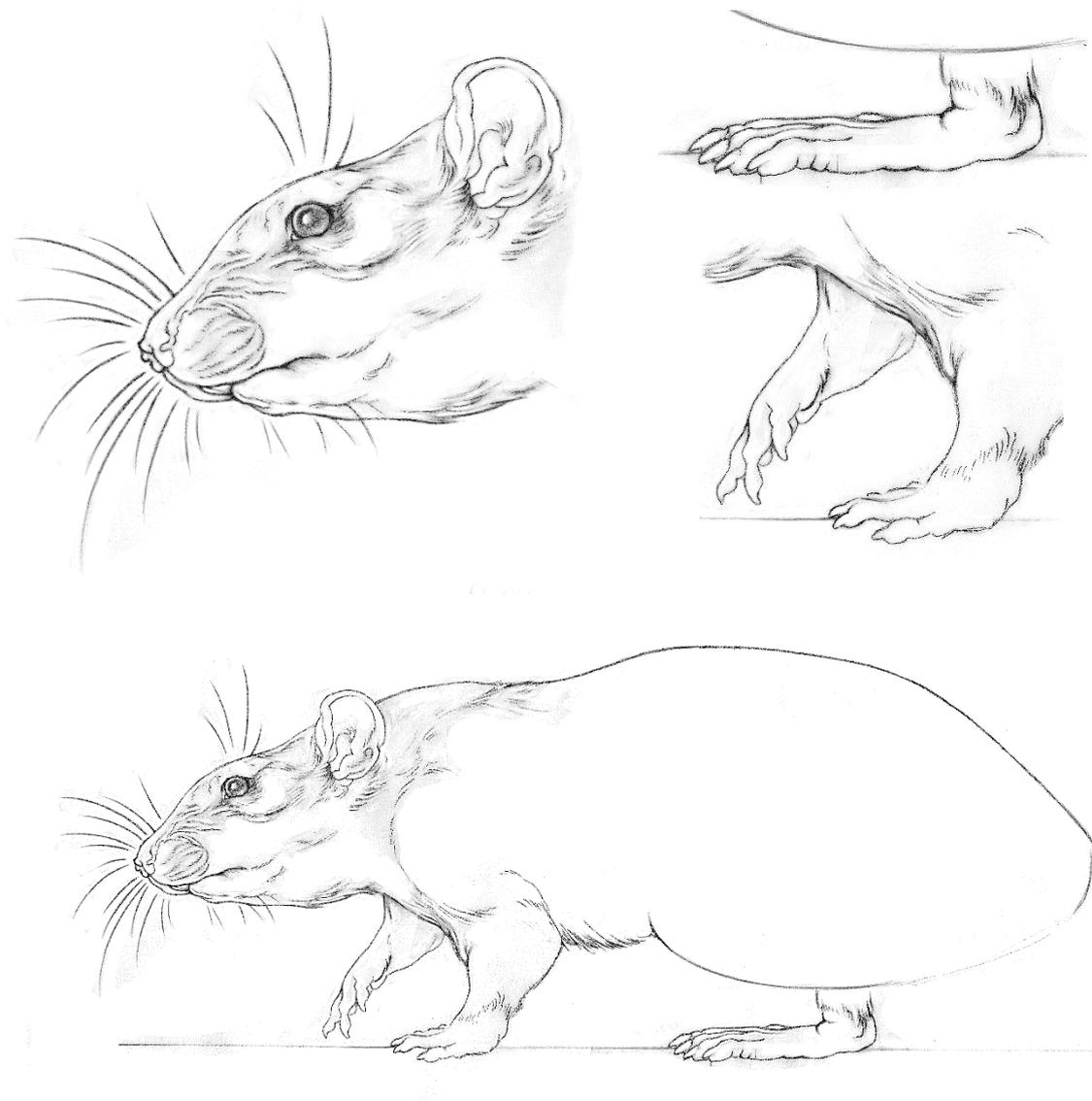


Figura 25 Esboço preliminar feito a lápis / Art. nº1

Referências fotográficas

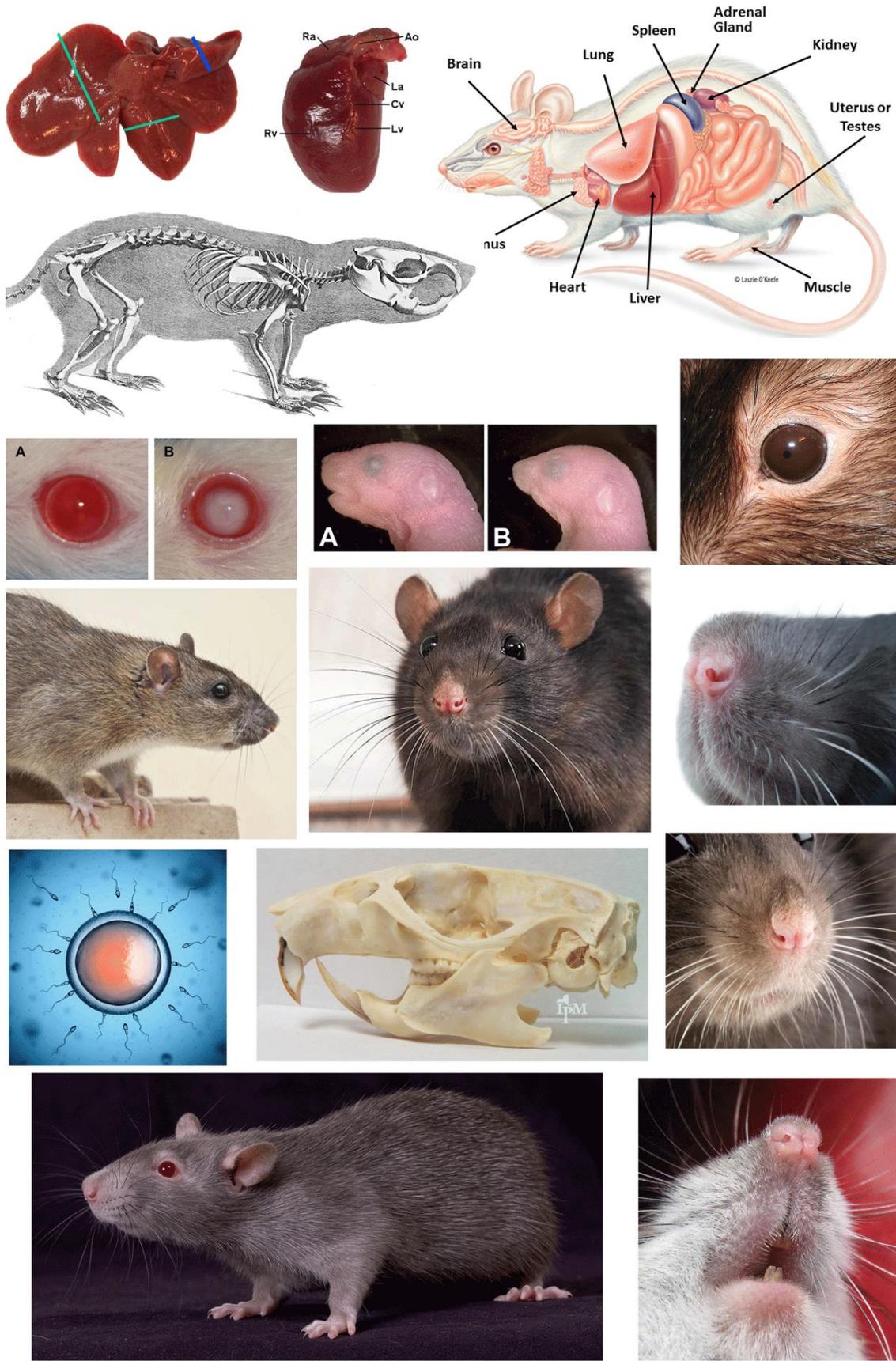


Figura 26 Referências fotográficas / Art. nº1

Desenho digital

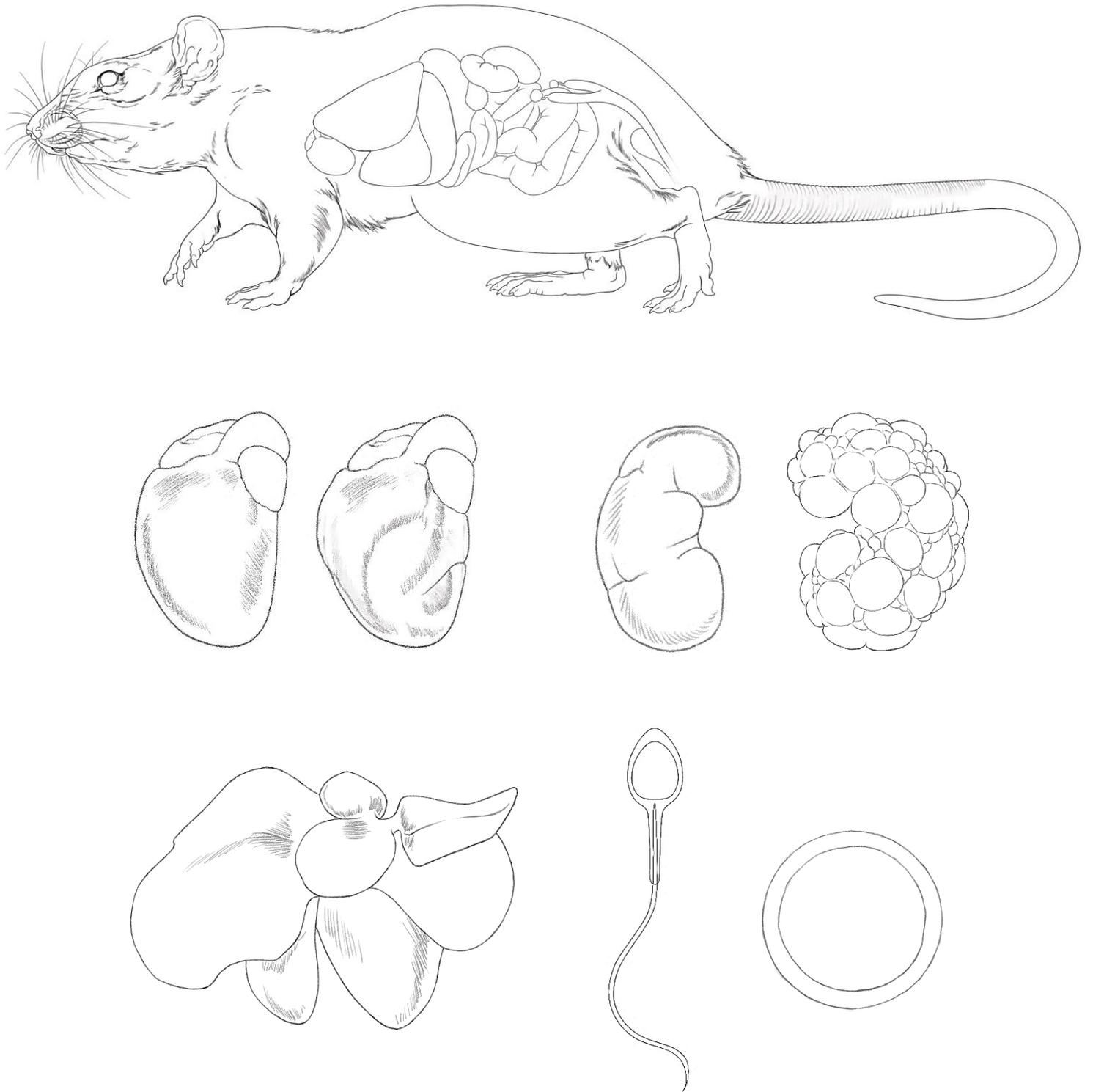


Figura 27 Desenho digital / Art. n^o1

Pinturas individuais



Figura 28 Rattus norvegicus

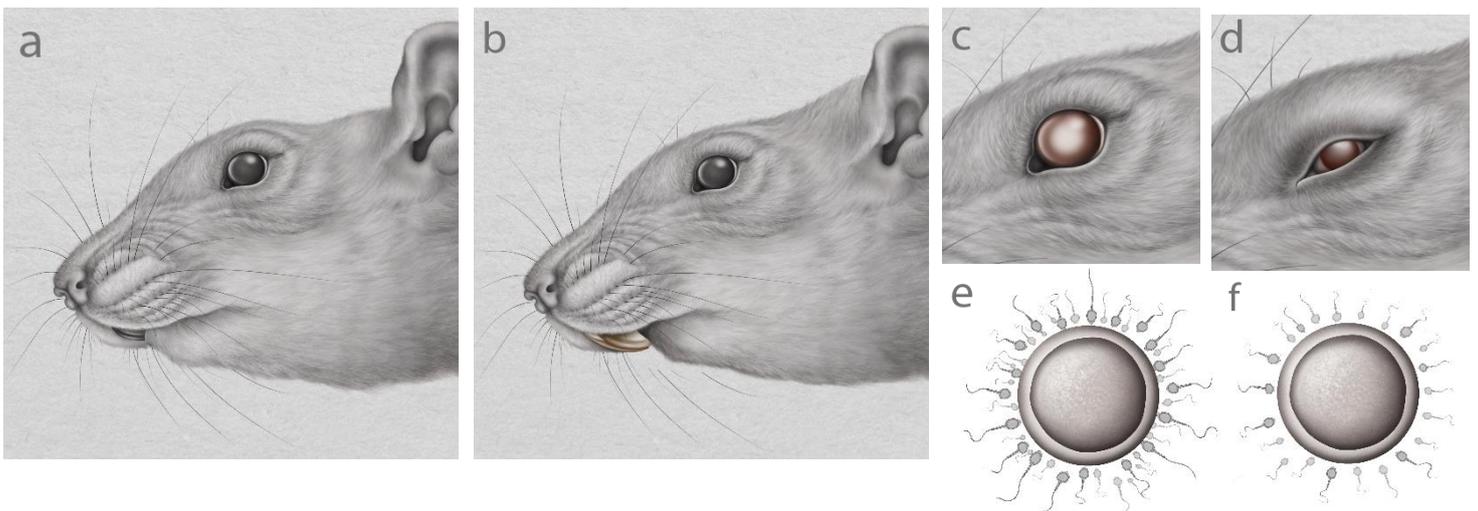


Figura 29 a) Microcefalia; b) Mandíbula subdesenvolvida; c) Catarata; d) Microftalmia; e) Fecundação normal; f) Fecundação afetada

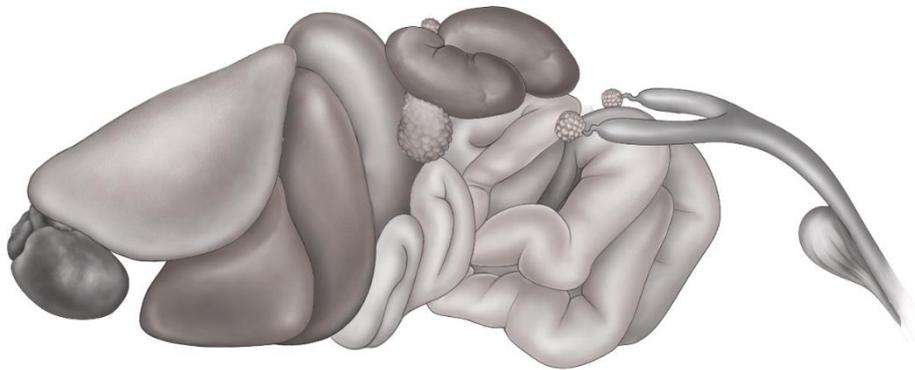


Figura 30 Órgãos internos



Figura 31 Coração saudável



Figura 32 Coração afetado



Figura 33 Rim saudável

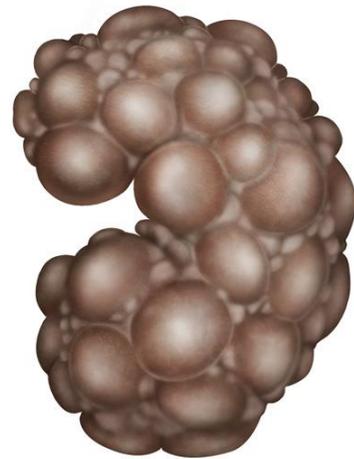


Figura 34 Rim afetado



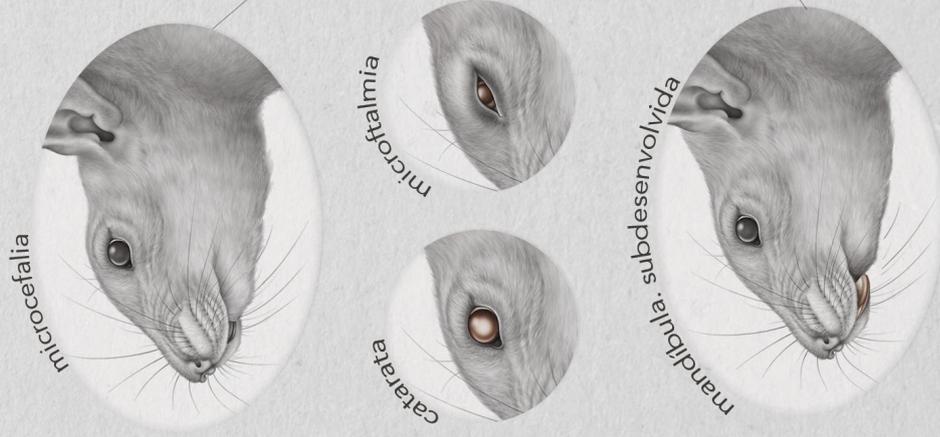
Figura 35 Fígado saudável



Figura 36 Fígado afetado

3.1.3 Composição

Estrutura facial e ocular



Órgãos vitais

maior incidência de inflamação crônica e necrose



Funções reprodutivas

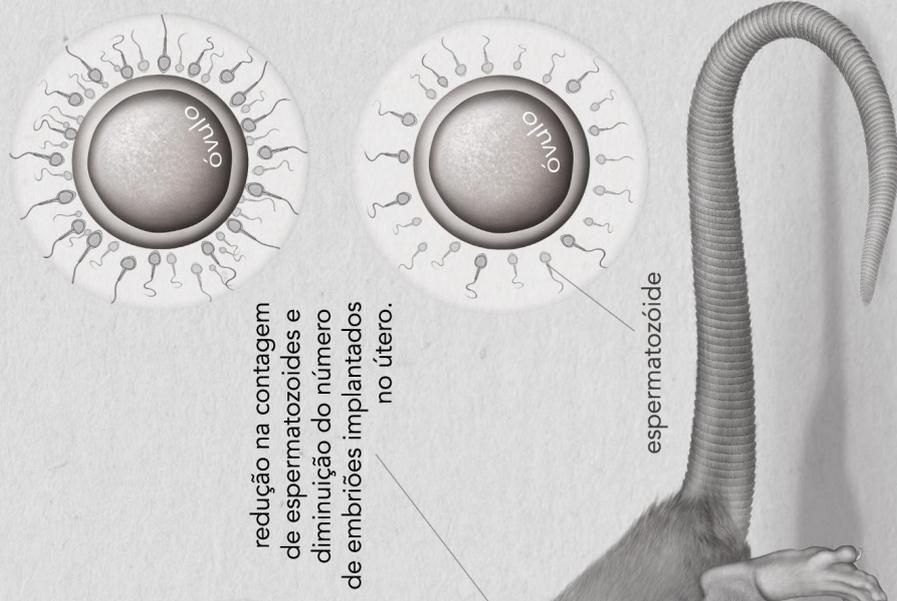


Figura 37 Composição / Art. n.º 1

3.1.4 Publicação

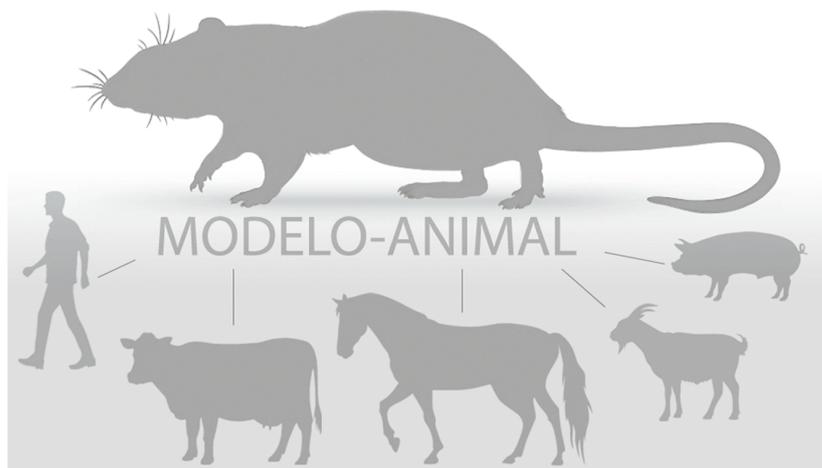
Glifosato

Afinal quão perigoso é?

Sabe-se que o progresso da ciência depende enormemente da interação entre a comunidade científica e a consciência do público e dos centros decisores. Essa tarefa é alcançada facilitando o acesso a informações científicas já comprovadas, incidentes sobre o meio ambiente, a saúde e o bem-estar social.

Muitos produtos resultantes de atividades humanas estão na base de algumas alterações biológicas e/ou climáticas com comprovado impacto negativo nas três vertentes acima sublinhadas. No entanto, são questões geradoras de controvérsia a nível social e que precisam de ser erradicadas através de ações de esclarecimento, de sensibilização e de consciencialização. Este e outros artigos procurarão ir de encontro a essa importante função de melhor comunicar e informar, além de chamar a atenção para a necessidade de se aprofundarem as pesquisas científicas acerca das substâncias que compõem os agrotóxicos.

Os herbicidas à base de glifosato são os mais utilizados no mundo inteiro, utilização essa liderada pelo Brasil. Vários países estão atentos à necessidade de sua restrição ou suspensão, ciosos das suas implicações no meio ambiente e na vida dos seres vivos. Após a sua aplicação, o glifosato pode ser degradado rapidamente no ambiente, mas pode ser igualmente escoado em águas superficiais ou até lixiviado (entrando no



subsolo), podendo representar um perigo para as atividades agrícolas e pecuárias, seja através da contaminação de água ou pela ingestão de plantas contaminadas.

Vários estudos clínicos apontam para uma relação estreita entre estas substâncias tóxicas e uma série de anomalias detectadas em várias espécies de animais. Por exemplo, a exposição durante o desenvolvimento fetal desses animais pode levar a deficiências funcionais, anormalidades estruturais ou à morte da cria antes mesmo de nascer.

Para estudar os efeitos de compostos químicos, como é o caso do glifosato, em seres humanos e outros animais com valor econômico, são utilizados outros vertebrados como modelo de ensaio. Como estes modelos-animais exibem uma elevada semelhança fisiológica e/ou anatómica com o homem ou com o gado de que depende para se alimentar, os resultados

observados nesses ensaios irão ser também aí observados. Um desses modelos animais são os roedores, nomeadamente os ratos.

De acordo com vários artigos científicos credíveis, a exposição ao glifosato pode prejudicar os rins (sistema excretor), o coração (sistema circulatório), os pulmões (sistema respiratório), o fígado (sistema hepático), o sistema hematopoiético e reprodutivo com redução na quantidade de espermatozoides, diminuição do número de embriões que são capazes de se implantar no útero e ainda um aumento da mortalidade fetal, o que leva a um decréscimo acentuado do nascimento de crias e um aumento exponencial de doenças.

Marcela Gomes, Susana Loureiro e Fernando Correia

Departamento de Biologia,
Universidade de Aveiro, Portugal.

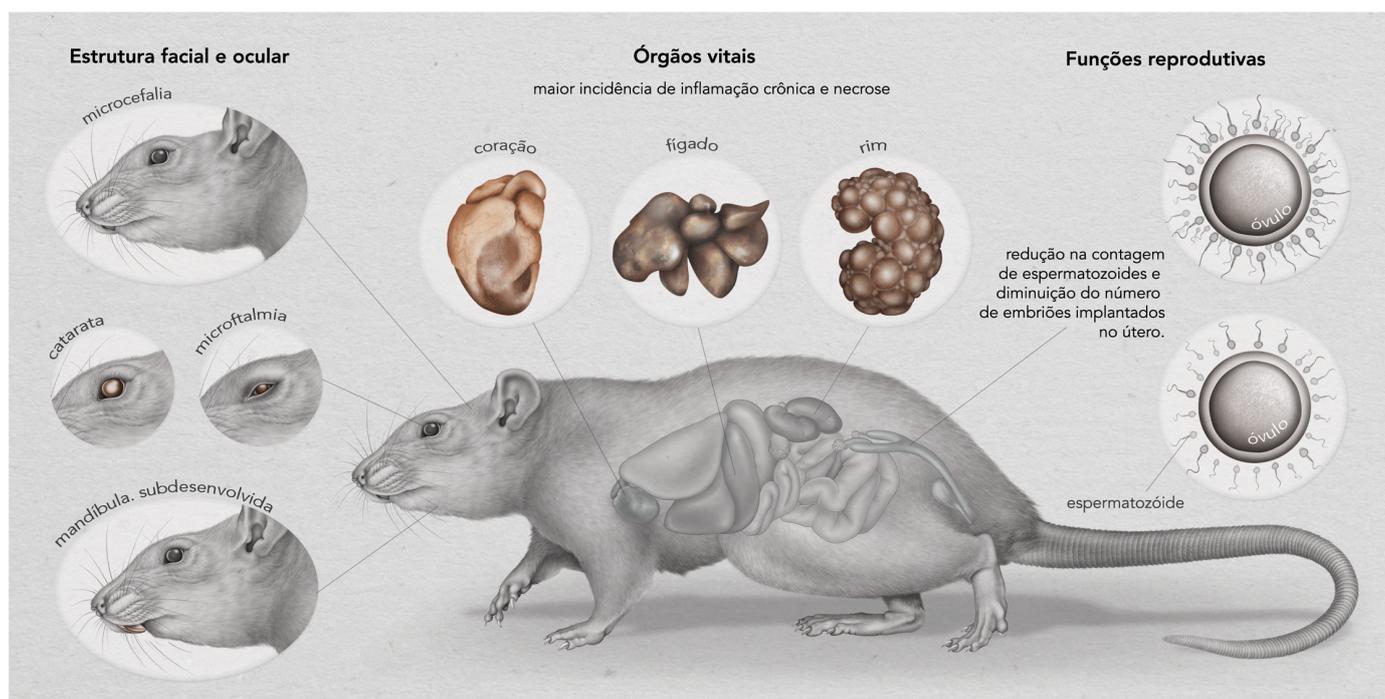


Figura 38 Publicação / Art. nº1

3.2 Artigo nº2

3.2.1 Texto

O papel do glifosato no declínio da população de abelhas melíferas

Um fenômeno conhecido mundialmente como “declínio dos polinizadores” tem causado o desaparecimento de inúmeras colônias e espécies de abelhas, prejudicando a sobrevivência da espécie, e conseqüentemente, o equilíbrio dos ecossistemas.

A utilização incorreta e excessiva de agrotóxicos é apontada pelos especialistas como um dos principais fatores responsáveis por esse impacto, colocando em risco as colônias que polinizam áreas de cultivo, pois seus resíduos ficam nas flores e contaminam o néctar e o pólen. Como consequência ocorre uma diminuição das colheitas, já que flores não polinizadas não produzem frutos.

Os insetos polinizadores são de grande importância na manutenção da biodiversidade e na produção agrícola mundial, produzindo mel, cera, geleia real e própolis, que são utilizados na indústria alimentícia e na promoção de emprego e renda. É, portanto, necessário avaliar os riscos do manuseio inadequado de agrotóxicos, especialmente em regiões de produção apícola, uma vez que além da intoxicação das abelhas em si, pode ocorrer contaminação dos produtos produzidos pelos enxames, causando prejuízos econômicos (menor quantidade e qualidade dos bens alimentares produzidos), além de afetarem negativamente a saúde dos consumidores.

A contaminação de cada abelha dá-se, em geral, no momento da coleta de néctar e pólen, ao interagir com plantas que foram alvo de pulverização de agrotóxicos, ou que foram contaminadas por deriva da pulverização (transporte pelo vento, água, etc.). Ao ser altamente solúvel em água, o herbicida glifosato é considerado um dos agrotóxicos com impacto mais significativo, uma vez que é uma substância que persiste ao longo de bastante tempo sem se degradar acumulando-se nos tecidos animais e contribuindo para os fenômenos de bioacumulação e de biomagnificação (ao longo da cadeia alimentar).

O influxo de néctar com vestígios de glifosato na colmeia pode desencadear prejuízos na manutenção da colônia e na longevidade dos indivíduos. Por outro lado, a falta de diversidade florística promovida pela aplicação de herbicidas reduz o número e o tipo de flores nas quais as abelhas se alimentam e, conseqüentemente, acabam por afetar também a produção apícola e agrícola.

Apesar de os estudos científicos sobre o papel do glifosato no declínio da população das abelhas-europeias da espécie *Apis mellifera* serem pouco numerosos, os resultados que apresentam devem constituir a base para criar ferramentas de fiscalização, monitoramento da aplicação de agrotóxicos e avaliação das suas conseqüências, atendendo aos interesses ambientais, econômicos e de saúde pública.

3.2.2 Desenvolvimento

Estudos compositivos

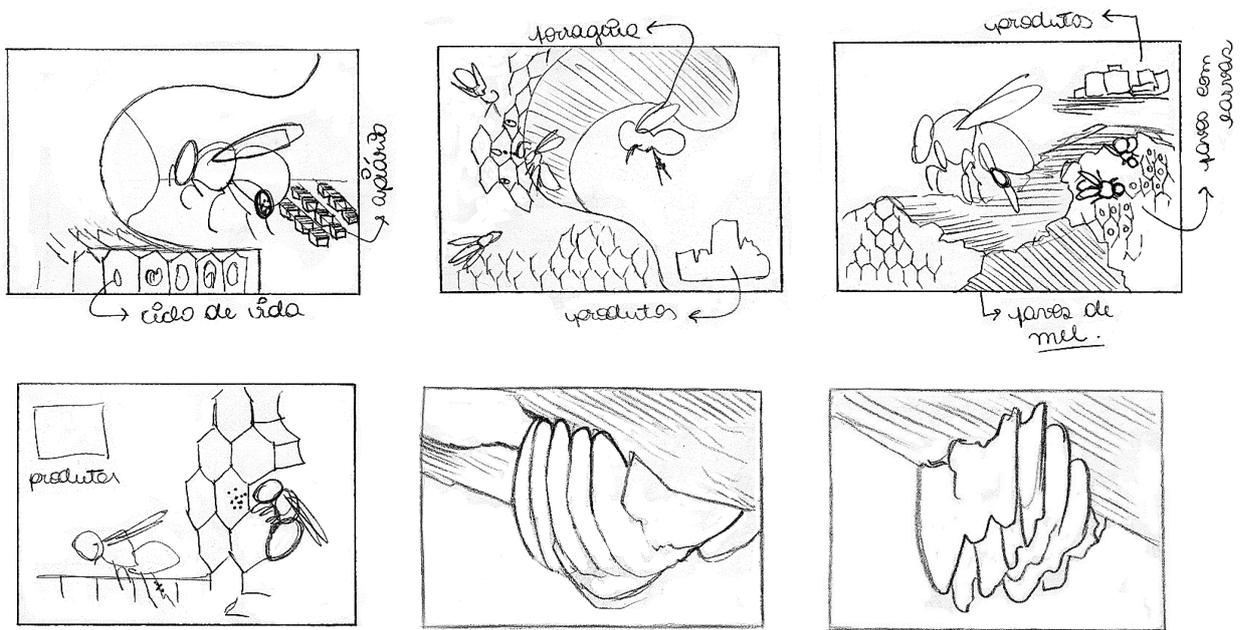


Figura 39 Estudos compositivos parte 1 / Art. nº 2

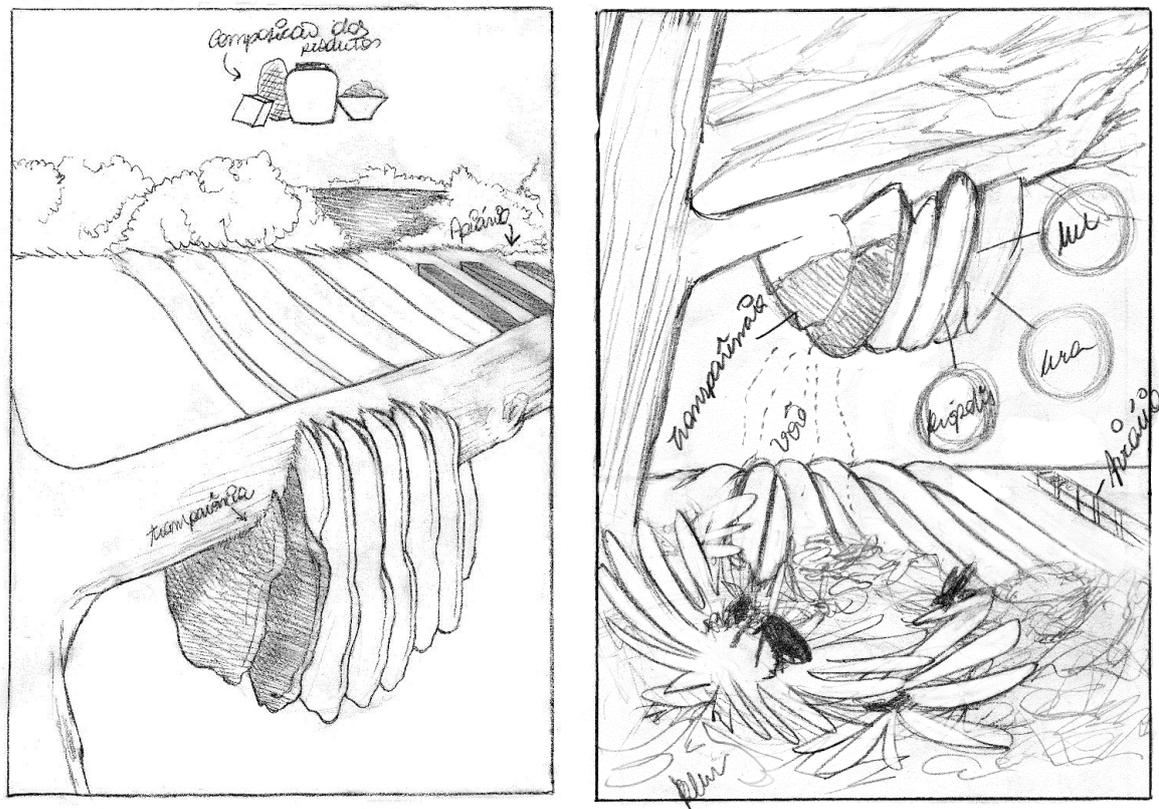


Figura 40 Estudos compositivos parte 2 / Art. nº 2

Esboço final

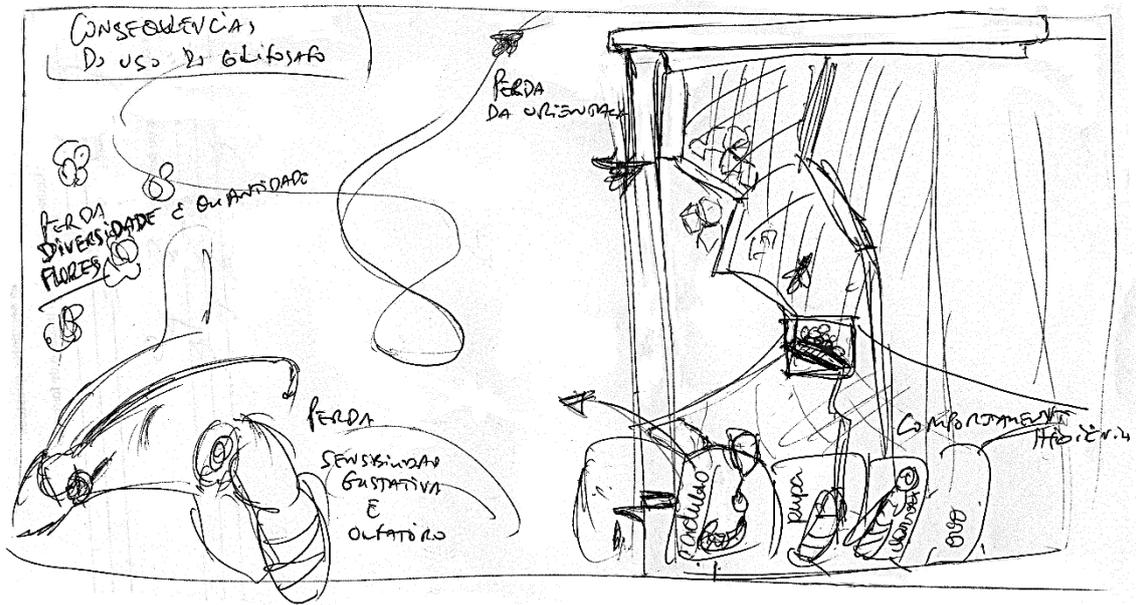


Figura 41 Esboço final parte 1 / Art. nº2

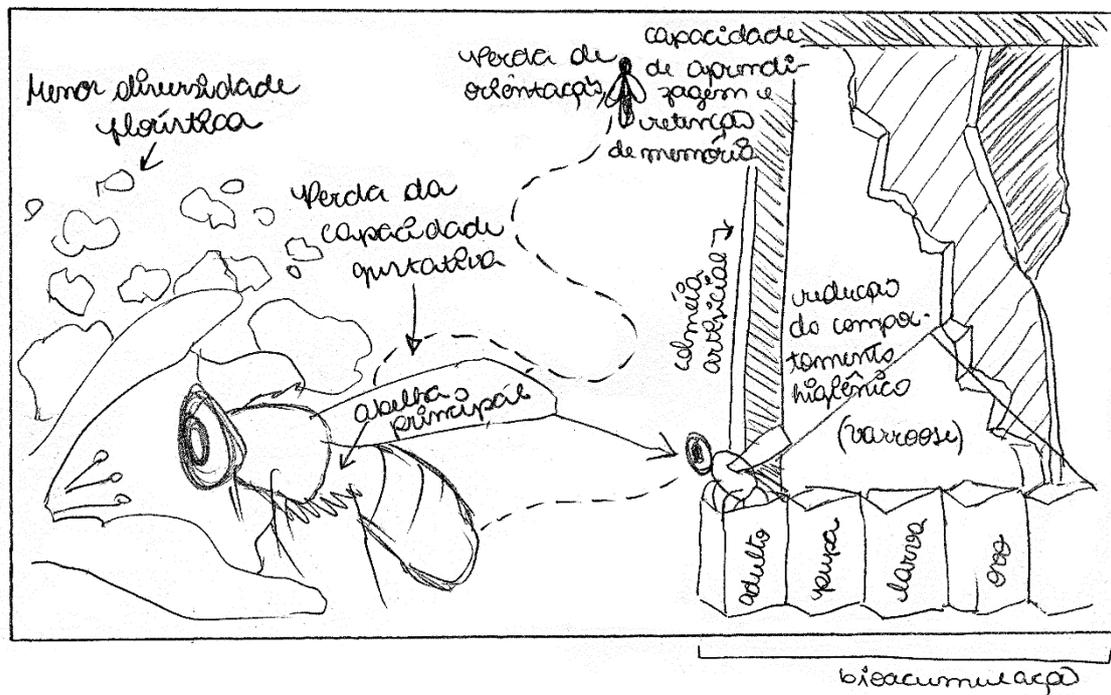


Figura 42 Esboço final parte 2 / Art. nº2

Referências fotográficas



Figura 43 Referências fotográficas / Art. nº2

Desenho digital

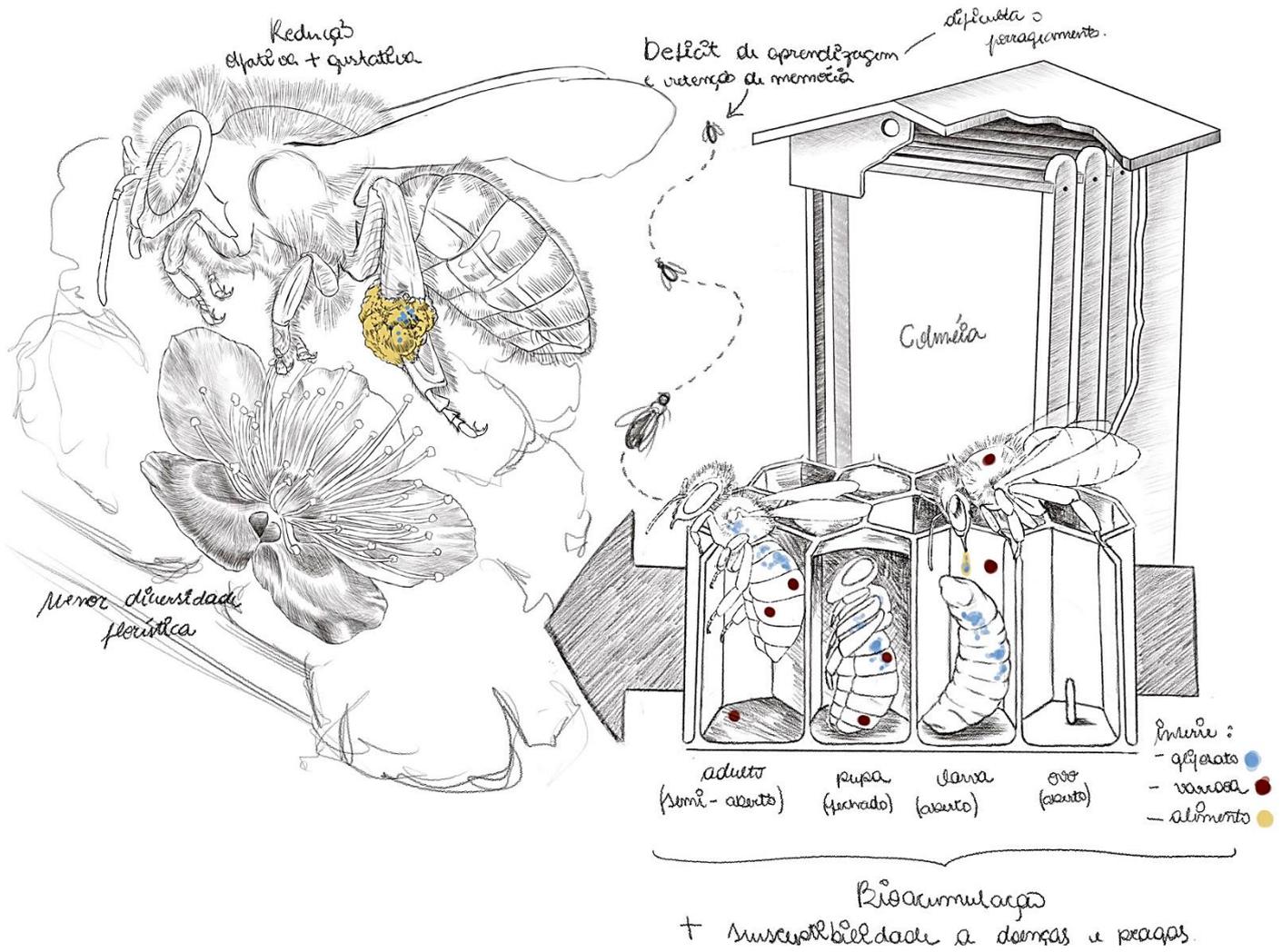


Figura 44 Desenho digital / Art. nº2

Pinturas individuais



Figura 46 Varroa



Figura 47 Prunus serrulata



Figura 45 Apis melífera carregando pólen com vestígios de glifosato



Figura 49 Apiário



Figura 48 Presença do ácaro varroa e a bioacumulação do glifosato nos estágios de vida de Apis melífera

3.2.3 Composição

O papel do glifosato no declínio da população de

Abelhas melíferas

Prejudica a capacidade gustativa
Diminui a sensibilidade das abelhas à sacarose, que resulta na redução da capacidade de encontrar o melhor alimento.

Provoca perda de orientação
Impede a retenção das informações espaciais necessárias para que as abelhas retornem à colmeia.

Prejudica a capacidade de aprendizagem e memorização
Dificulta o reconhecimento de fontes de alimento e a navegação entre estas fontes e a colmeia.



Contribui para a diminuição da diversidade florística



Acumula-se nos tecidos animais



Torna-as mais suscetíveis a doenças e pragas - Varroose

3.2.4 Publicação

O papel do glifosato no declínio da população de

Abelhas melíferas

Prejudica a capacidade gustativa

Diminui a sensibilidade das abelhas à sacarose, que resulta na redução da capacidade de encontrar o melhor alimento.

Provoca perda de orientação

Impede a retenção das informações espaciais necessárias para que as abelhas retornem à colmeia.

Prejudica a capacidade de aprendizagem e memorização

Dificulta o reconhecimento de fontes de alimento e a navegação entre estas fontes e a colmeia.



Acumula-se nos tecidos animais



Contribui para a diminuição da diversidade florística



Torna-as mais suscetíveis a doenças e pragas - Varroose

Um fenômeno conhecido mundialmente como “declínio dos polinizadores” tem causado o desaparecimento de inúmeras colônias e espécies de abelhas, prejudicando a sobrevivência da espécie, e consequentemente, o equilíbrio dos ecossistemas.

A utilização incorreta e excessiva de agrotóxicos é apontada pelos especialistas como um dos principais fatores responsáveis por esse impacto, colocando em risco as colônias que polinizam áreas de cultivo, pois seus resíduos ficam nas flores e contaminam o néctar e o pólen. Como consequência ocorre uma diminuição das colheitas, já que flores não polinizadas não produzem frutos.

Os insetos polinizadores são de grande importância na manutenção da biodiversidade e na produção agrícola mundial, produzindo mel, cera, geleia real e própolis, que são utilizados na indústria alimentícia e na promoção de emprego e renda. É, portanto, necessário avaliar os riscos do manuseio inadequado de agrotóxicos,

especialmente em regiões de produção apícola, uma vez que além da intoxicação das abelhas em si, pode ocorrer contaminação dos produtos produzidos pelas enxames, causando prejuízos econômicos (menor quantidade e qualidade dos bens alimentares produzidos), além de afetarem negativamente a saúde dos consumidores.

A contaminação de cada abelha dá-se, em geral, no momento da coleta de néctar e pólen, ao interagir com plantas que foram alvo de pulverização de agrotóxicos, ou que foram contaminadas por deriva da pulverização (transporte pelo vento, água, etc.). Ao ser altamente solúvel em água, o herbicida glifosato é considerado um dos agrotóxicos com impacto mais significativo, uma vez que é uma substância que persiste ao longo de bastante tempo sem se degradar acumulando-se nos tecidos animais e contribuindo para os fenômenos de bioacumulação e de biomagnificação (ao longo da cadeia alimentar).

O influxo de néctar com vestígios de glifosato na colmeia pode desencadear prejuízos

na manutenção da colônia e na longevidade dos indivíduos. Por outro lado, a falta de diversidade florística promovida pela aplicação de herbicidas reduz o número e o tipo de flores nas quais as abelhas se alimentam e, consequentemente, acabam por afetar também a produção apícola e agrícola.

Apesar de os estudos científicos sobre o papel do glifosato no declínio da população das abelhas-européias da espécie *Apis mellifera* serem pouco numerosos, os resultados que apresentam devem constituir a base para criar ferramentas de fiscalização, monitoramento da aplicação de agrotóxicos e avaliação das suas consequências, atendendo aos interesses ambientais, econômicos e de saúde pública.

Marcela Gomes, Susana Loureiro e Fernando Correia

Departamento de Biologia,
Universidade de Aveiro, Portugal.

Figura 51 Publicação / Art. nº2

3.3 Artigo nº3

3.3.1 Texto

Glifosato, um potenciador dos surtos de botulismo

O botulismo é uma doença que pode surgir como uma grave intoxicação alimentar, de origem bacteriana. Os surtos de botulismo no Brasil ocorrem, na maioria dos casos, em bovinos, muito embora também possam ser diagnosticados em ovinos, caprinos, equinos, aves e outros animais domésticos. É uma das principais causas de mortalidade de bovinos adultos no país, causando perdas econômicas significativas para a indústria pecuária nacional. Por outro lado, representa um elevado risco para a saúde de todos os seres vivos, inclusive humanos que se alimentem de carne, ovos e/ou laticínios provenientes de animais infetados.

A bactéria responsável por estes surtos (*Clostridium botulinum*) produz uma potente neurotoxina botulínica e é frequentemente encontrada na água e em matéria orgânica em decomposição. A intoxicação dos animais deve-se frequentemente à ingestão de suplementos alimentares inadequados, como fenos, grãos e/ou outras silagens de má qualidade, ou pela incorporação de resíduos provenientes de camas de frango (podendo conter restos de carcaças infetadas). Poderá ocorrer igualmente em pastagens ao ar livre e nas próprias fontes alimentares.

Após a ingestão e digestão destes alimentos, os nutrientes e as toxinas são absorvidos na mucosa intestinal e rapidamente transportados pela corrente sanguínea para todo o corpo. Ao atingirem o sistema nervoso, as toxinas irão atuar sobre as células nervosas que operam os músculos. O resultado é a paralisia muscular progressiva, a qual impossibilita que o animal fique de pé, deixando-o em posição reclinada ou completamente prostrado. Também atuará ao nível dos músculos responsáveis pela mastigação e pela deglutição, dando origem ao emagrecimento e fraqueza generalizada, já que o animal deixa de ter uma alimentação adequada. Em casos mais graves, pode causar a morte por insuficiência respiratória ao atuar sobre os músculos que controlam a respiração. Por vezes, o comportamento do animal altera-se, demonstrando um elevado grau de agressividade.

Uma flora intestinal equilibrada, com uma comunidade bacteriana intestinal benéfica desempenha um papel crítico no controle do botulismo pois é responsável pela prevenção de doenças produzidas por agentes patogênicos. Pequenos distúrbios no trato intestinal podem facilmente causar um desequilíbrio da flora bacteriana, que se traduz numa diminuição do número de bactérias benéficas, na conseqüente redução da capacidade de absorver nutrientes e também numa menor produção de substâncias com poder imunológico.

Existem vários fatores nas práticas agrícolas que podem influenciar a composição da flora gastrointestinal dos animais presentes em ambientes rurais. A presença do glifosato e outros pesticidas nas fontes alimentares, podem contribuir para o aumento dos surtos de botulismo. Este herbicida, abundantemente utilizado no Brasil, é conhecido por alterar a comunidade de

Esboço final

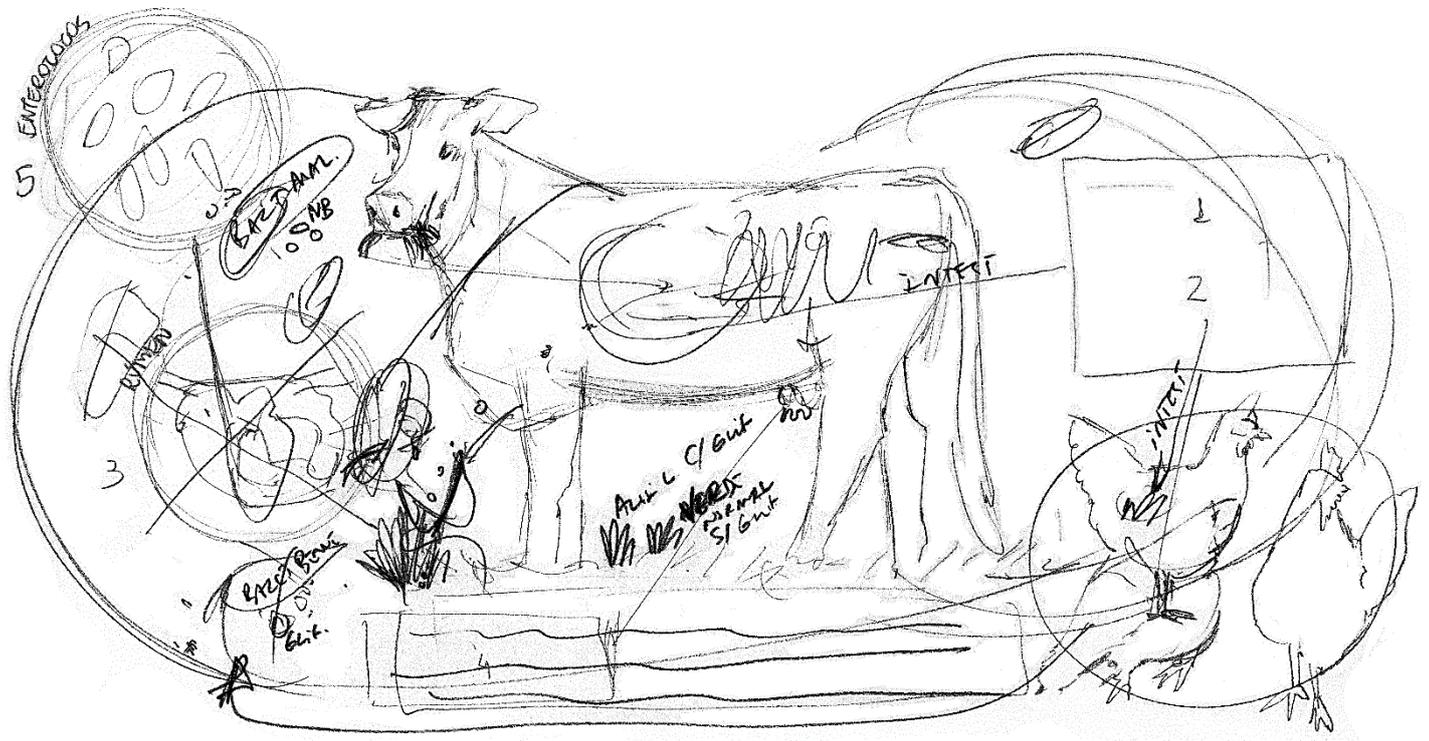


Figura 54 Esboço final parte 1 / Art. nº3

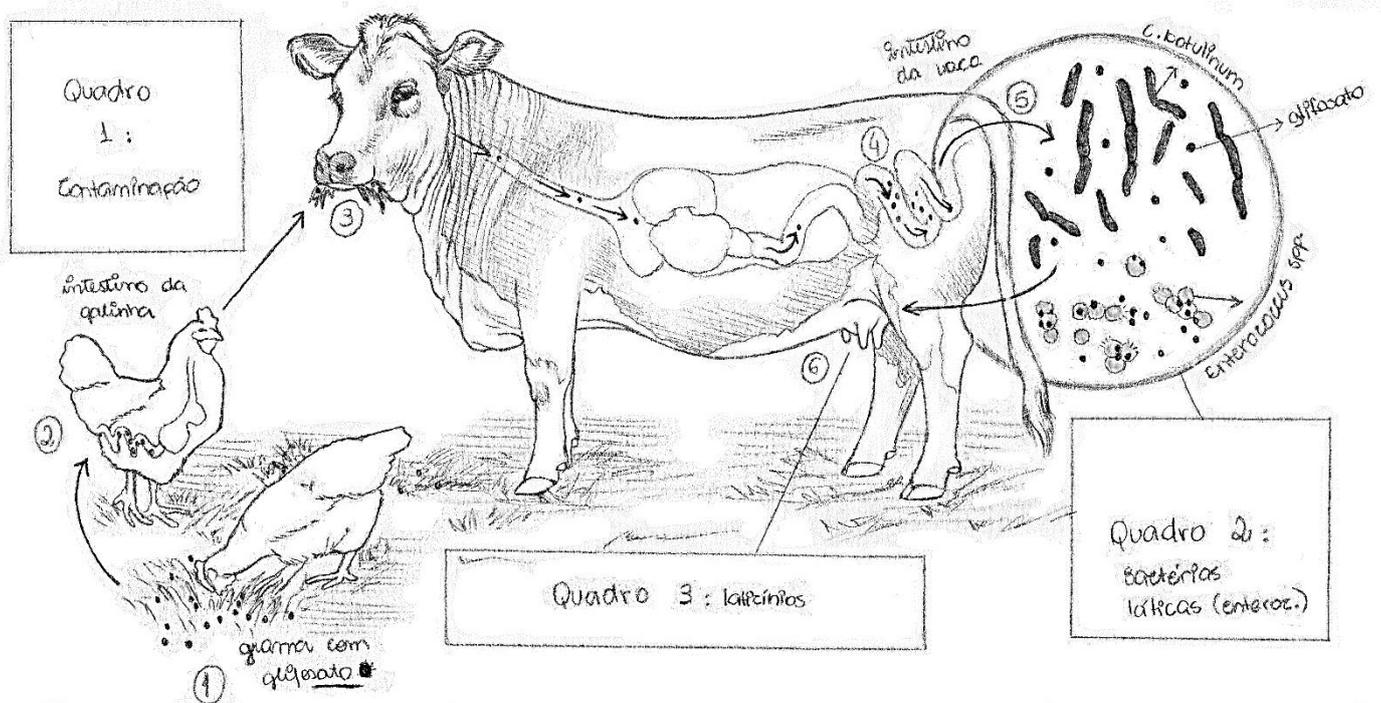


Figura 53 Esboço final parte 2 / Art. nº3

Referências fotográficas

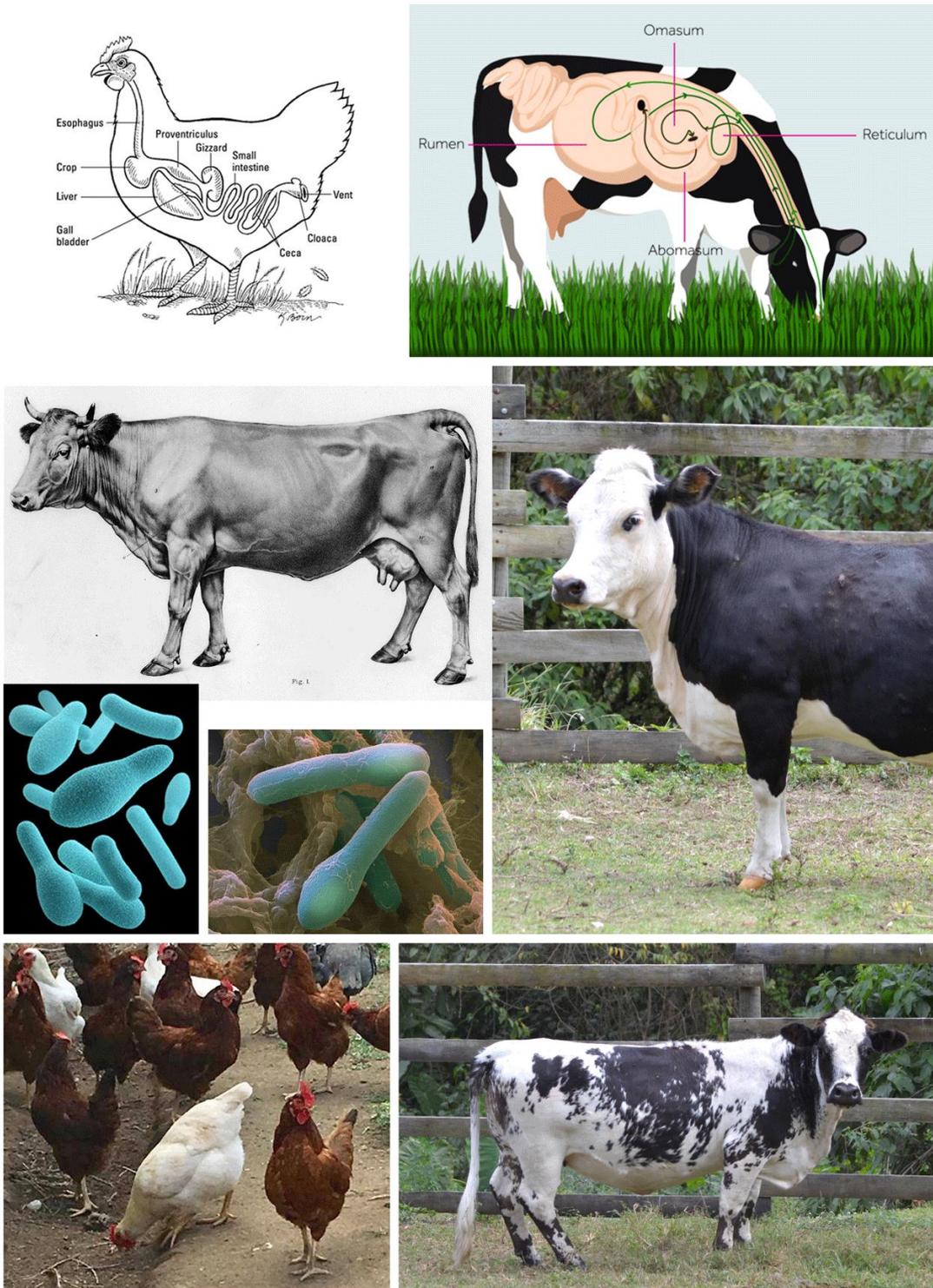


Figura 55 Referências fotográficas / Art. n°3

Desenho digital

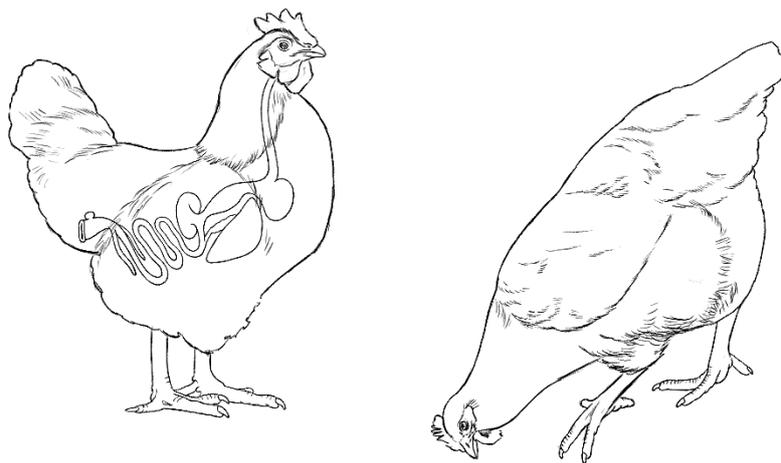


Figura 56 Desenho digital / Art. nº3

Pinturas individuais



Figura 58 Bos taurus anão

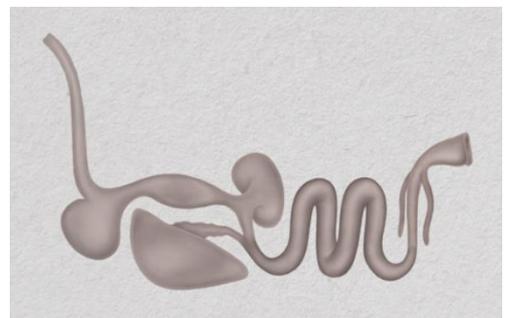


Figura 57 Trato gastrointestinal de Bos taurus (esquerda) e Gallus gallus (direita)



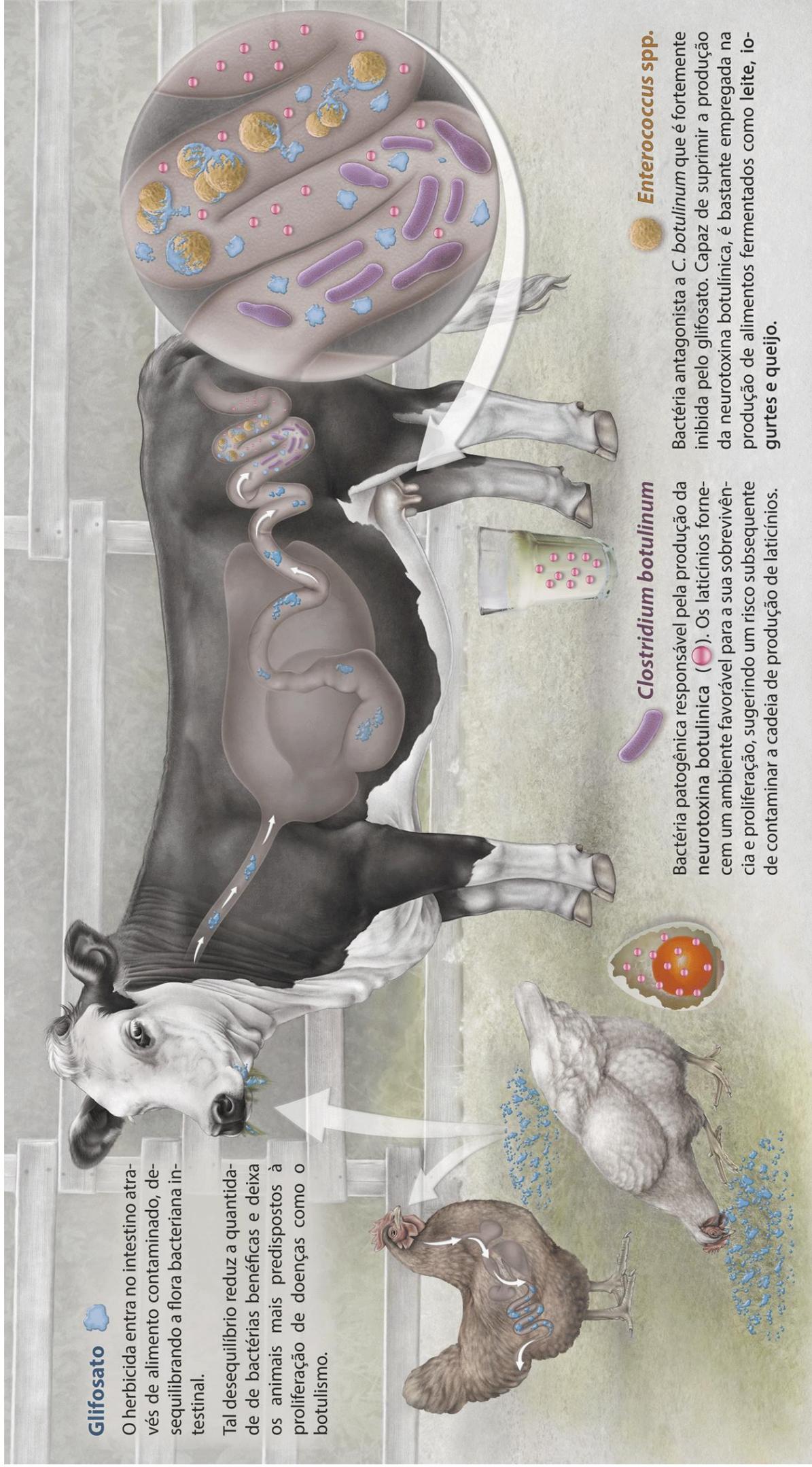
Figura 59 Gallus gallus domesticus

3.3.3 Composição

Glifosato

O herbicida entra no intestino através de alimento contaminado, desequilibrando a flora bacteriana intestinal.

Tal desequilíbrio reduz a quantidade de bactérias benéficas e deixa os animais mais predispostos à proliferação de doenças como o botulismo.



Clostridium botulinum

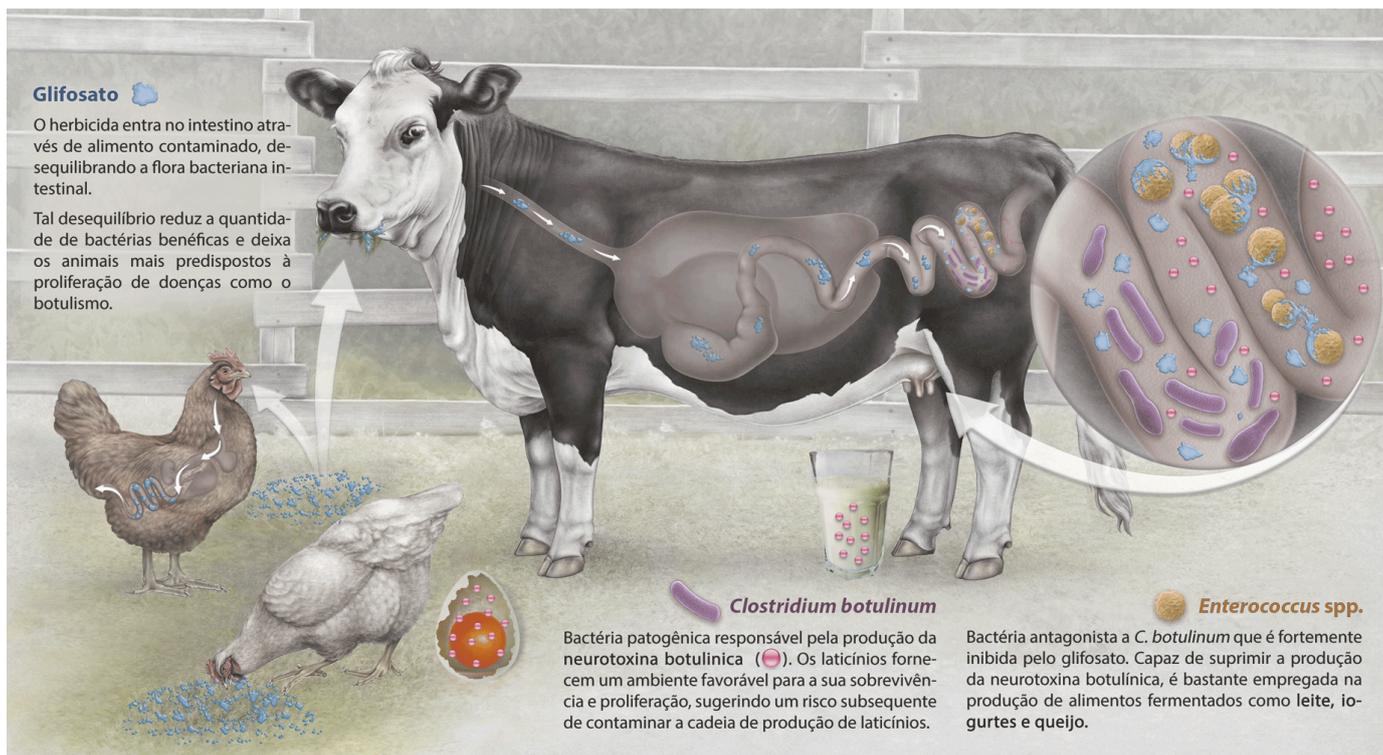
Bactéria patogênica responsável pela produção da neurotoxina botulínica (●). Os laticínios fornecem um ambiente favorável para a sua sobrevivência e proliferação, sugerindo um risco subsequente de contaminar a cadeia de produção de laticínios.

Enterococcus spp.

Bactéria antagonista a *C. botulinum* que é fortemente inibida pelo glifosato. Capaz de suprimir a produção da neurotoxina botulínica, é bastante empregada na produção de alimentos fermentados como leite, iogurtes e queijo.

Figura 60 Composição / Art. nº3

3.3.4 Publicação



Glifosato, um potenciador dos surtos de botulismo

O botulismo é uma doença que pode surgir como uma grave intoxicação alimentar, de origem bacteriana. Os surtos de botulismo no Brasil ocorrem, na maioria dos casos, em bovinos, muito embora também possam ser diagnosticados em ovinos, caprinos, equinos, aves e outros animais domésticos. É uma das principais causas de mortalidade de bovinos adultos no país, causando perdas econômicas significativas para a indústria pecuária nacional. Por outro lado, representa um elevado risco para a saúde de todos os seres vivos, inclusive humanos que se alimentem de carne, ovos e/ou laticínios provenientes de animais infectados.

A bactéria responsável por estes surtos (*Clostridium botulinum*) produz uma potente neurotoxina botulínica e é frequentemente encontrada na água e em matéria orgânica em decomposição. A intoxicação dos animais deve-se frequentemente à ingestão de suplementos alimentares inadequados, como feno, grãos e/ou outras silagens de má qualidade, ou pela incorporação de resíduos provenientes de camas de frango (podendo conter restos de carcaças infectadas). Poderá ocorrer igualmente em pastagens ao ar livre e nas próprias fontes alimentares.

Após a ingestão e digestão destes alimen-

tos, os nutrientes e as toxinas são absorvidos na mucosa intestinal e rapidamente transportados pela corrente sanguínea para todo o corpo. Ao atingirem o sistema nervoso, as toxinas irão atuar sobre as células nervosas que operam os músculos. O resultado é a paralisia muscular progressiva, a qual impossibilita que o animal fique de pé, deixando-o em posição reclinada ou completamente prostrado. Também atuará ao nível dos músculos responsáveis pela mastigação e pela deglutição, dando origem ao emagrecimento e fraqueza generalizada, já que o animal deixa de ter uma alimentação adequada. Em casos mais graves, pode causar a morte por insuficiência respiratória ao atuar sobre os músculos que controlam a respiração. Por vezes, o comportamento do animal altera-se, demonstrando um elevado grau de agressividade.

Uma flora intestinal equilibrada, com uma comunidade bacteriana intestinal benéfica desempenha um papel crítico no controle do botulismo pois é responsável pela prevenção de doenças produzidas por agentes patogênicos. Pequenos distúrbios no trato intestinal podem facilmente causar um desequilíbrio da flora bacteriana, que se traduz numa diminuição do número de bactérias benéficas, na subsequente redução da capacidade de absorver

nutrientes e também numa menor produção de substâncias com poder imunológico.

Existem vários fatores nas práticas agrícolas que podem influenciar a composição da flora gastrointestinal dos animais presentes em ambientes rurais. A presença do glifosato e outros pesticidas nas fontes alimentares, podem contribuir para o aumento dos surtos de botulismo. Este herbicida, abundantemente utilizado no Brasil, é conhecido por alterar a comunidade de bactérias intestinais benéficas, promovendo o aumento do número de bactérias capazes de causar doenças.

A bactéria *Enterococcus spp.*, presente no aparelho digestivo, é conhecida por agir como antagonista a *C. botulinum*. Um estudo realizado em bovinos demonstrou o efeito inibitório do glifosato em *Enterococcus spp.* Desta forma o glifosato contribui para potencializar indiretamente a ação das bactérias produtoras da neurotoxina botulínica.

Marcela Gomes, Susana Loureiro e Fernando Correia
Departamento de Biologia,
Universidade de Aveiro, Portugal.

Figura 61 Publicação / Art. n.º3

3.4 Artigo nº4

3.4.1 Texto

O glifosato, o microbioma intestinal e as doenças neurológicas

O trato intestinal de qualquer animal possui uma comunidade microbiana muito diversa – o microbioma intestinal, antigamente designado por flora intestinal. Estima-se que o intestino do ser humano possua mais microrganismos (a maior parte são bactérias, mas também fungos e protozoários) do que as próprias células humanas em todo o corpo, funcionando metabolicamente como se fosse um outro “órgão” vital. No seu conjunto, formam um delicado bioma intestinal que contribui enormemente para a saúde humana, necessário para a regulação de várias funções fisiológicas e ainda para reforçar a imunidade contra agentes patogénicos.

A disbiose é um fenómeno que se caracteriza pelo desequilíbrio do microbioma intestinal, do qual fazem parte mais de 500 espécies diferentes de microrganismos. Este fenómeno tem sido relacionado com o aumento da suscetibilidade a doenças neurológicas e outras patologias, como o autismo, doenças de Alzheimer e Parkinson, transtornos de ansiedade, depressão, doenças inflamatórias do intestino, entre outras. Estas desordens da saúde humana têm aumentado nas últimas duas décadas, e têm sido igualmente associadas ao aumento do uso de herbicidas à base de glifosato na agricultura. O mecanismo de ação do glifosato nas plantas está relacionado a inibição de uma importante via bioquímica, atuando na enzima chiquimato. Embora os mamíferos não possuam esta via metabólica, esta encontra-se presente em muitas bactérias, como as existentes no intestino. Atualmente, são vários os cientistas que procuram verificar se há uma relação entre a disbiose intestinal induzida pelo glifosato e a perturbação do metabolismo normal de neurotransmissores, interferindo no desempenho do sistema nervoso central e, conseqüentemente, na prevalência de distúrbios mentais.

O perfil de segurança do herbicida e suas formulações comerciais é controverso. Há várias evidências opostas relativas às mesmas questões, principalmente na componente da saúde humana. Embora haja a hipótese de que o glifosato possa perturbar o microbioma intestinal, nunca foi feito um estudo clínico em humanos que mostra inequivocamente uma ligação causal entre o glifosato e a incidência de distúrbios mentais. Adicionalmente, os seus efeitos serão sutis e acumulativos ao longo do tempo de exposição, e por isso é difícil convencer as entidades reguladoras deste problema potencial. Os estudos que se dedicam a analisar o impacto a longo prazo do glifosato na saúde humana acabam por basear-se principalmente em estatísticas populacionais e em deduções, sem levar em consideração outras condições patológicas que aumentaram na sociedade em paralelo com o aumento do uso do glifosato.

As bactérias intestinais desempenham um papel importante na comunicação entre o intestino e algumas funcionalidades cerebrais. Não existe um consenso relativamente às casualidades e, portanto, é necessário empregar uma metodologia científica mais rigorosa, com acompanhamento a longo prazo, para verificar se as bactérias intestinais benéficas são afetadas

pelo glifosato, sem qualquer sombra de dúvida, causando assim as referidas deficiências nutricionais e doenças neurológicas.

3.4.2 Desenvolvimento

Estudos compositivos

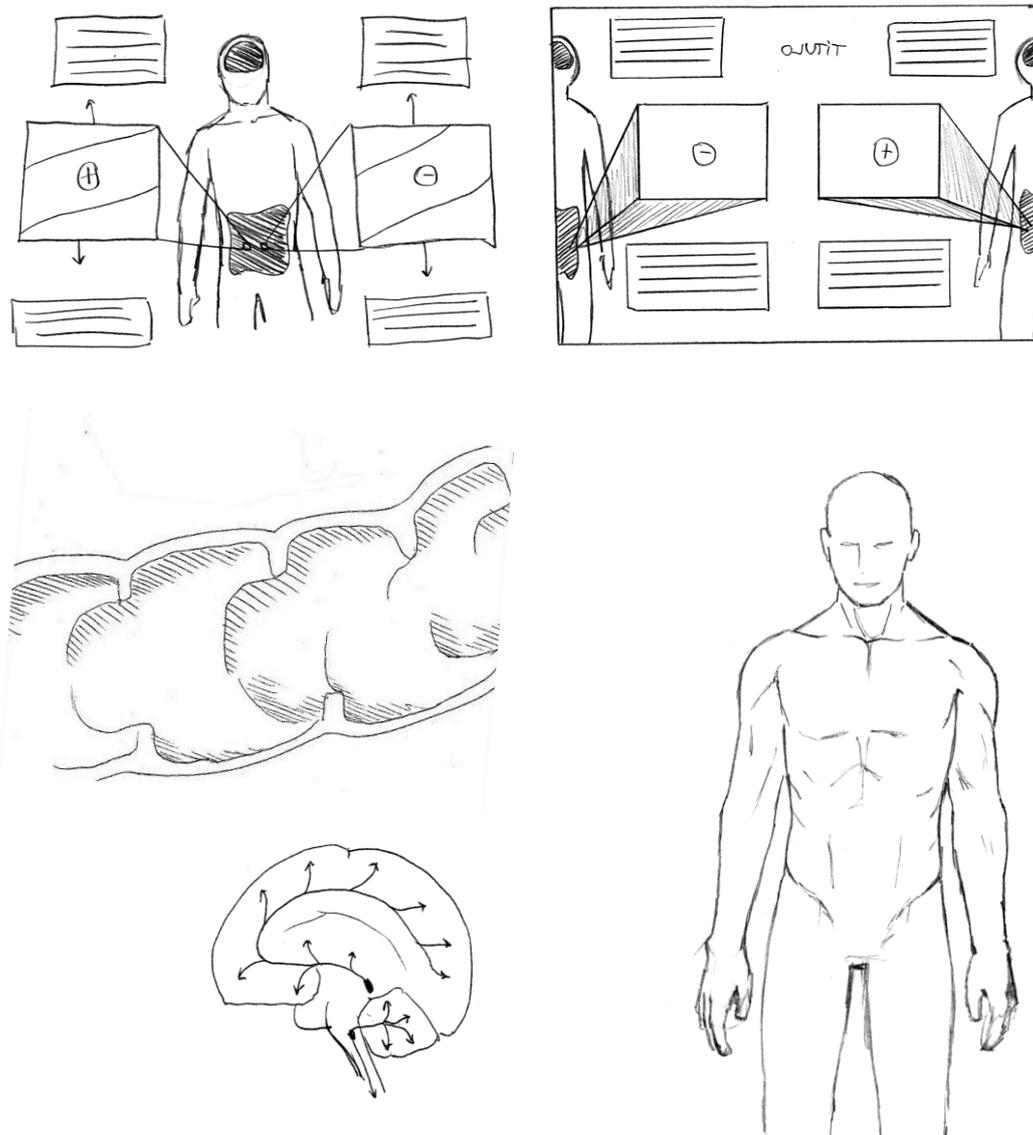


Figura 62 Estudos compositivos / Art. nº4

Esboço final

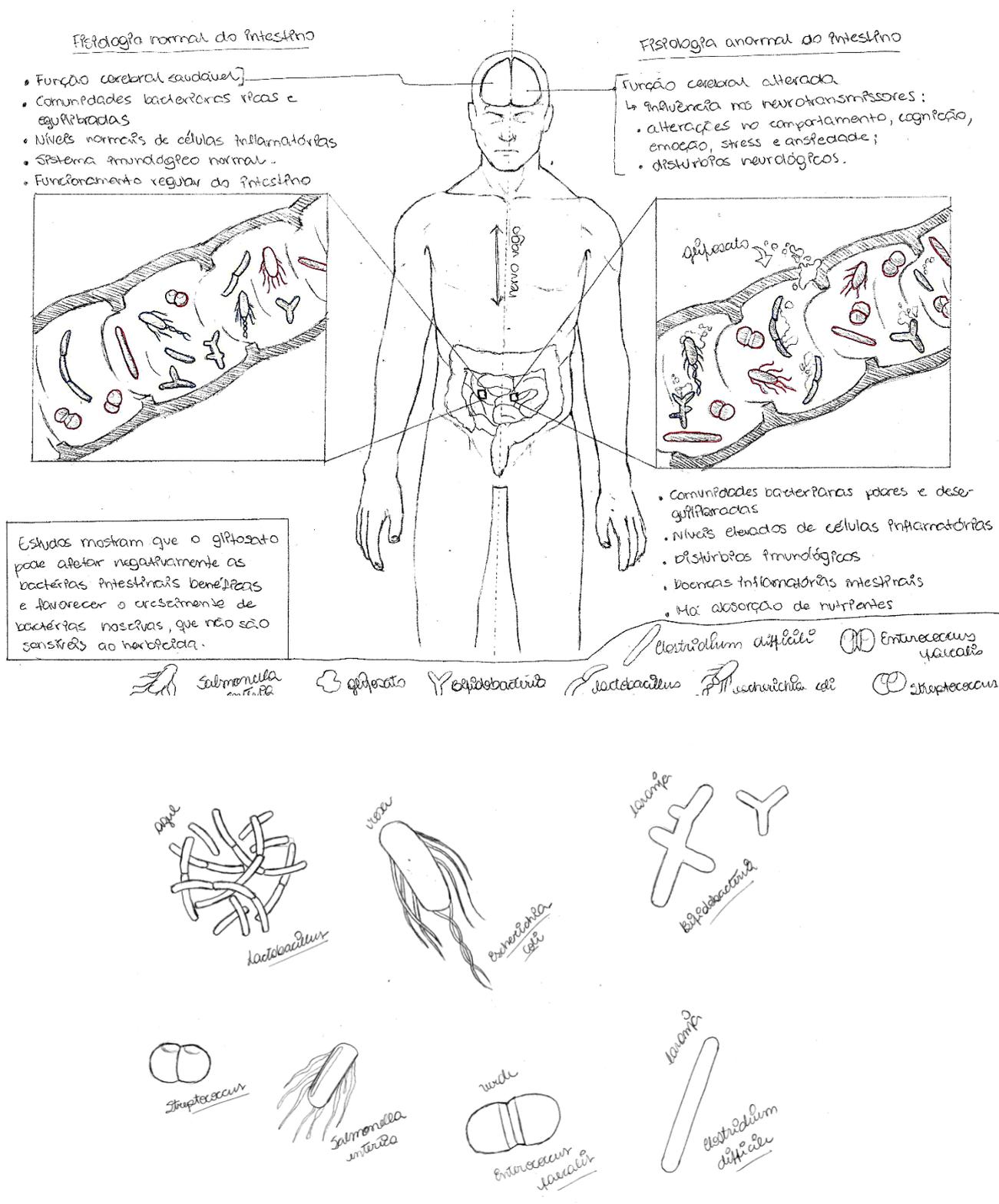


Figura 63 Esboço final / Art. nº4

Referências fotográficas

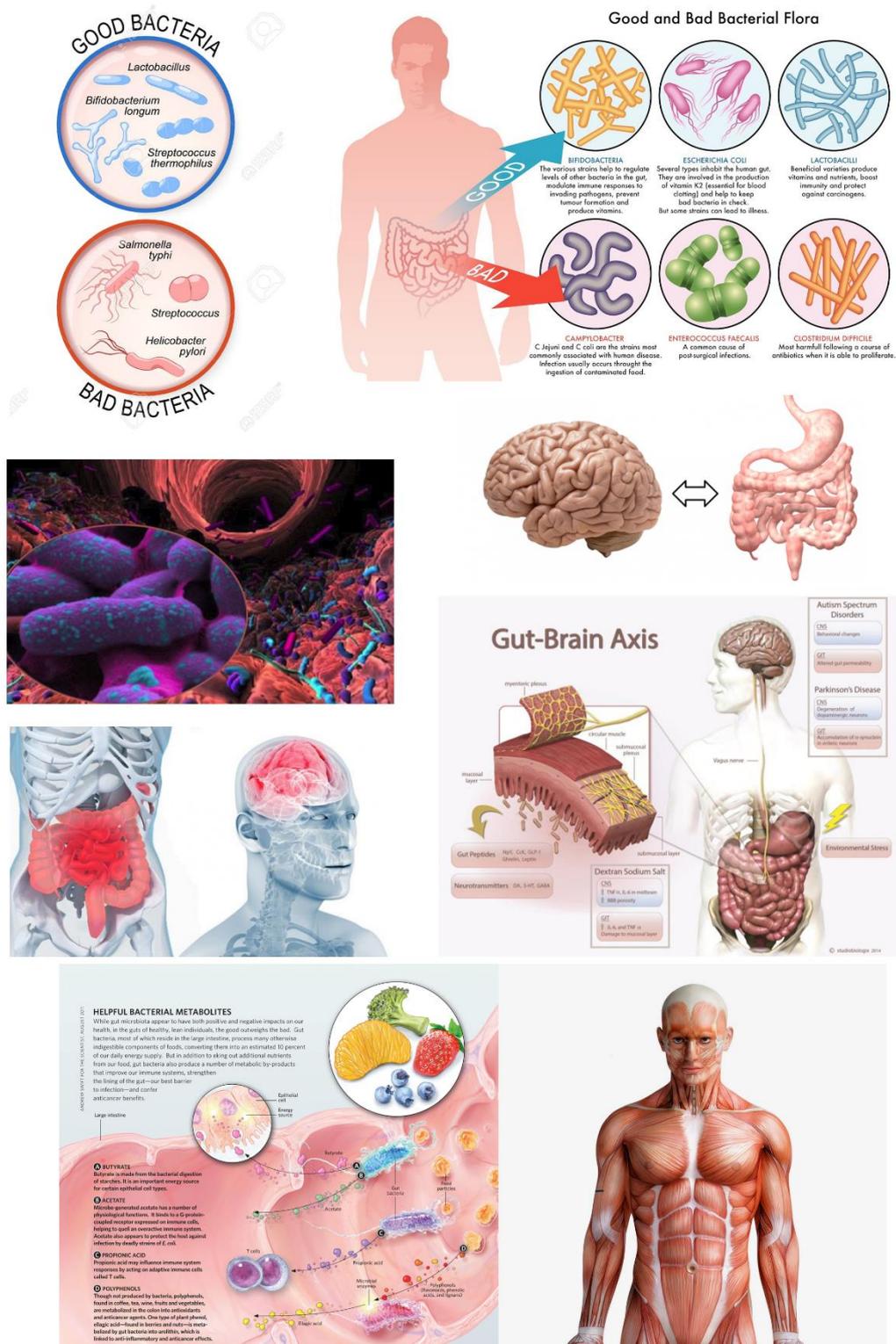


Figura 64 Referências fotográficas / Art. nº4

Desenho digital

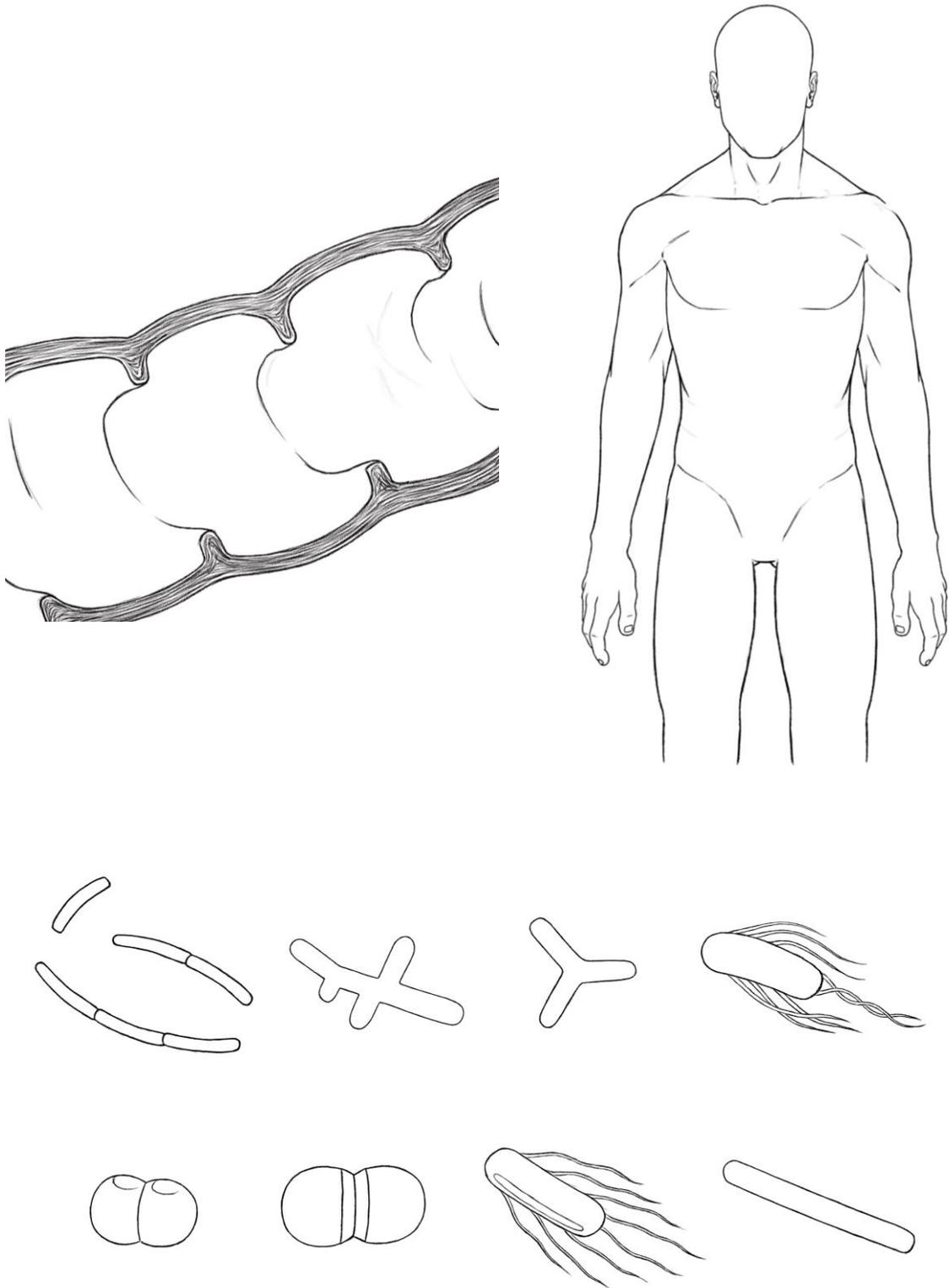


Figura 65 Desenho digital / Art. n^o4

Pinturas individuais

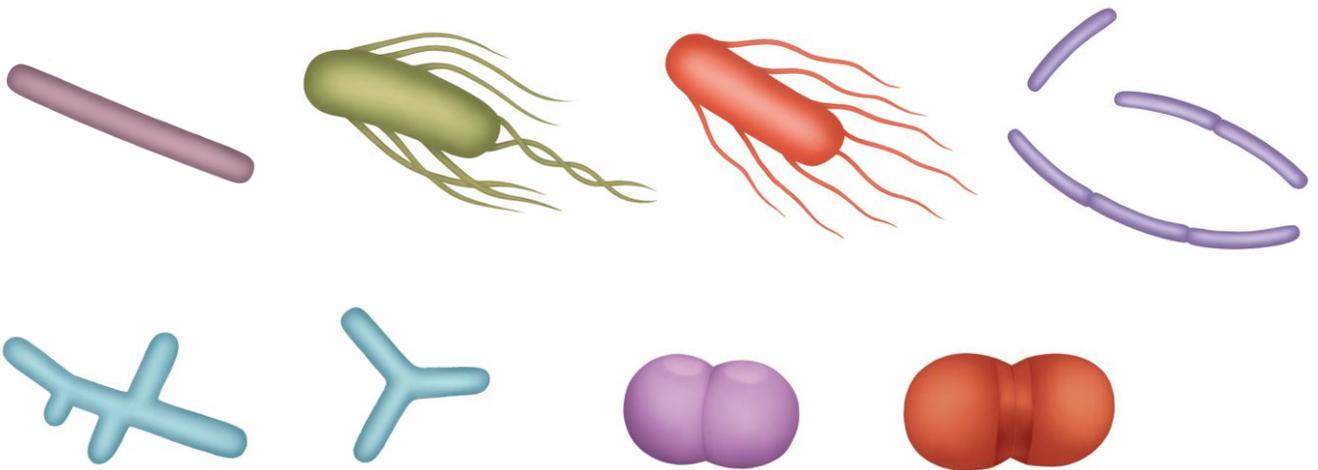
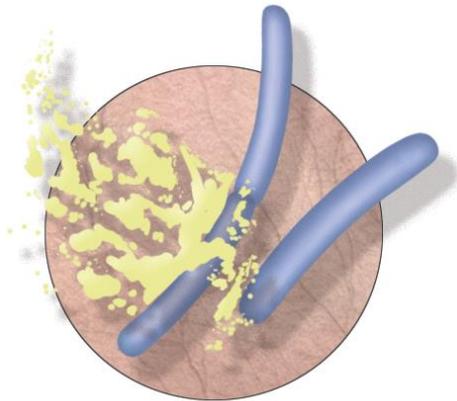
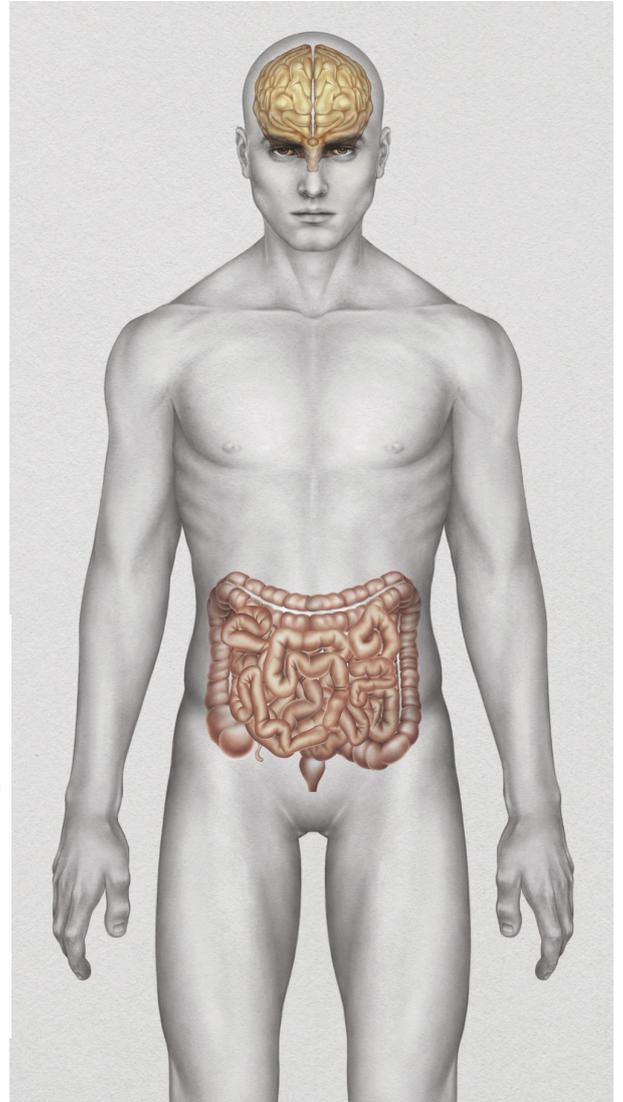


Figura 66 Pinturas individuais / Art. n°4

3.4.3 Composição

As **bactérias intestinais** desempenham um papel importante na comunicação entre o intestino e o cérebro, e na função do **sistema nervoso central**.

As interações entre estes microrganismos e o hospedeiro podem desregular funções neuroimunes, exercendo assim um forte impacto no comportamento e no humor, interferindo na prevalência de distúrbios mentais.

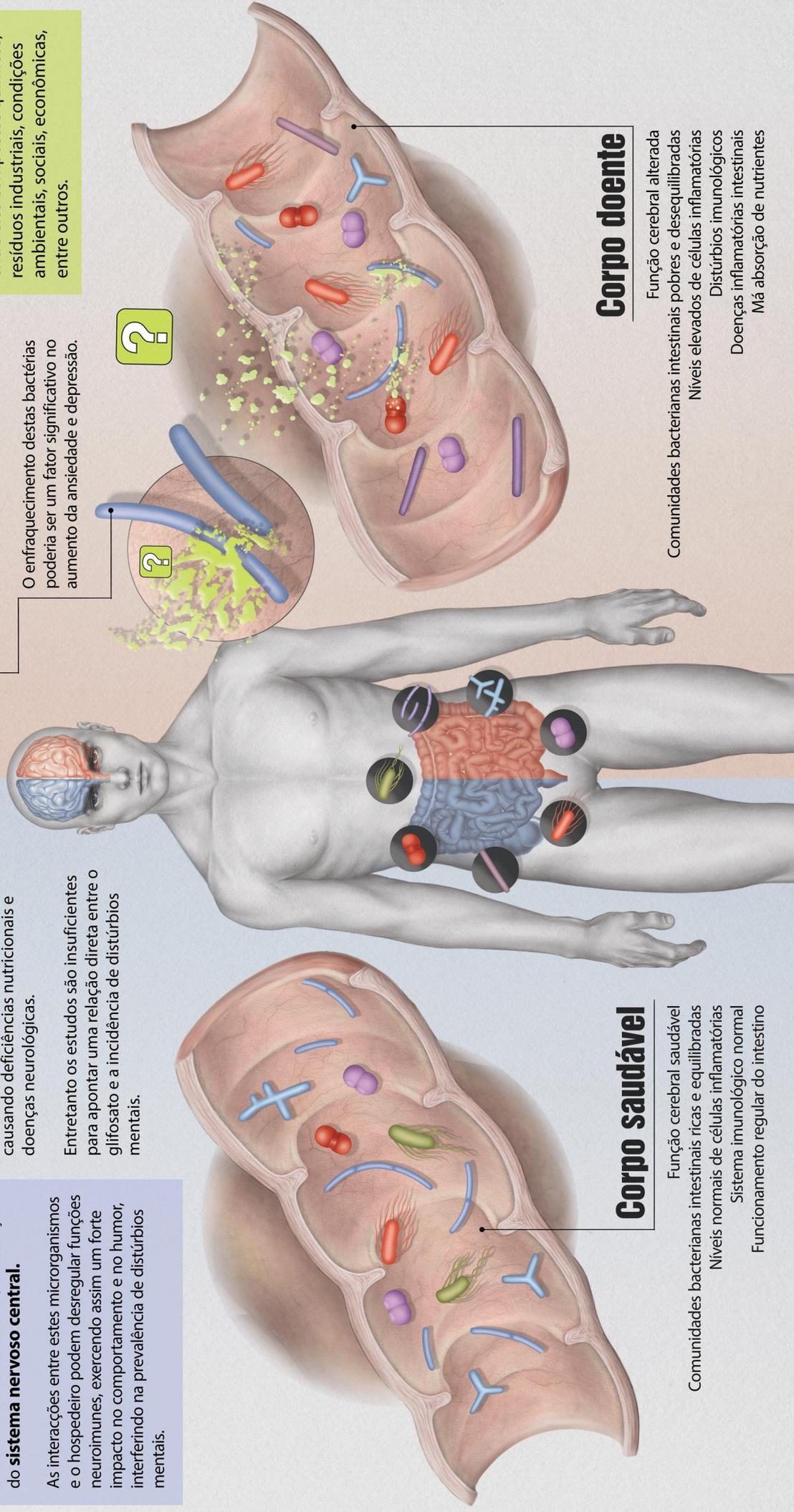
Têm sido levantadas hipóteses sobre a eventual perturbação do **glifosato** no microbioma intestinal, eventualmente causando deficiências nutricionais e doenças neurológicas.

Entretanto os estudos são insuficientes para apontar uma relação direta entre o glifosato e a incidência de distúrbios mentais.

Lactobacillus possui propriedades psicoativas e neuroativas, reduzindo a ansiedade e comportamentos depressivos.

O enfraquecimento destas bactérias poderia ser um fator significativo no aumento da ansiedade e depressão.

Vários fatores podem ser responsáveis por essa disfunção, entre eles compostos químicos, resíduos industriais, condições ambientais, sociais, econômicas, entre outros.



Corpo saudável

Função cerebral saudável
Comunidades bacterianas intestinais ricas e equilibradas
Níveis normais de células inflamatórias
Sistema imunológico normal
Funcionamento regular do intestino

Corpo doente

Função cerebral alterada
Comunidades bacterianas intestinais pobres e desequilibradas
Níveis elevados de células inflamatórias
Distúrbios imunológicos
Doenças inflamatórias intestinais
Má absorção de nutrientes

Figura 67 Composição / Art. n.º4

3.4.4 Publicação

O glifosato, o microbioma intestinal e as doenças neurológicas

O trato intestinal de qualquer animal possui uma comunidade microbiana muito diversa – o microbioma intestinal, antigamente designado por flora intestinal. Estima-se que o intestino do ser humano possua mais microorganismos (a maior parte são bactérias, mas também fungos e protozoários) do que as próprias células humanas em todo o corpo, funcionando metabolicamente como se fosse um outro “órgão” vital. No seu conjunto, formam um delicado bioma intestinal que contribui enormemente para a saúde humana, necessário para a regulação de várias funções fisiológicas e ainda para reforçar a imunidade contra agentes patogénicos.

A disbiose é um fenómeno que se caracteriza pelo desequilíbrio do microbioma intestinal, do qual fazem parte mais de 500 espécies diferentes de microorganismos. Este fenómeno tem sido relacionado com o aumento da suscetibilidade a doenças neurológicas e outras patologias, como o autismo, doenças de Alzheimer e Parkinson, transtornos de ansiedade, depressão, doenças inflamatórias do intestino, entre

outras. Estas desordens da saúde humana têm aumentado nas últimas duas décadas, e têm sido igualmente associadas ao aumento do uso de herbicidas à base de glifosato na agricultura. O mecanismo de ação do glifosato nas plantas está relacionado a inibição de uma importante via bioquímica, atuando na enzima chiquimato. Embora os mamíferos não possuam esta via metabólica, esta encontra-se presente em muitas bactérias, como as existentes no intestino. Atualmente, são vários os cientistas que procuram verificar se há uma relação entre a disbiose intestinal induzida pelo glifosato e a perturbação do metabolismo normal de neurotransmissores, interferindo no desempenho do sistema nervoso central e, conseqüentemente, na prevalência de distúrbios mentais.

O perfil de segurança do herbicida e suas formulações comerciais é controverso. Há várias evidências opostas relativas às mesmas questões, principalmente na componente da saúde humana. Embora haja a hipótese de que o glifosato possa perturbar o microbioma intestinal, nunca foi feito um estudo clínico em humanos que mostra inequivocamente uma ligação causal entre o glifosato e a incidência de distúrbios mentais. Adicionalmente, os seus efeitos serão sutis e acumulativos ao longo do

tempo de exposição, e por isso é difícil vencer as entidades reguladoras deste problema pontencial. Os estudos que se dedicam a analisar o impacto a longo prazo do glifosato na saúde humana acabam por basear-se principalmente em estatísticas populacionais e em deduções, sem levar em consideração outras condições patológicas que aumentaram na sociedade em paralelo com o aumento do uso do glifosato.

As bactérias intestinais desempenham um papel importante na comunicação entre o intestino e algumas funcionalidades cerebrais. Não existe um consenso relativamente às casualidades e, portanto, é necessário empregar uma metodologia científica mais rigorosa, com acompanhamento a longo prazo, para verificar se as bactérias intestinais benéficas são afetadas pelo glifosato, sem qualquer sombra de dúvida, causando assim as referidas deficiências nutricionais e doenças neurológicas.

Marcela Gomes, Susana Loureiro e Fernando Correia

Departamento de Biologia,
Universidade de Aveiro, Portugal.

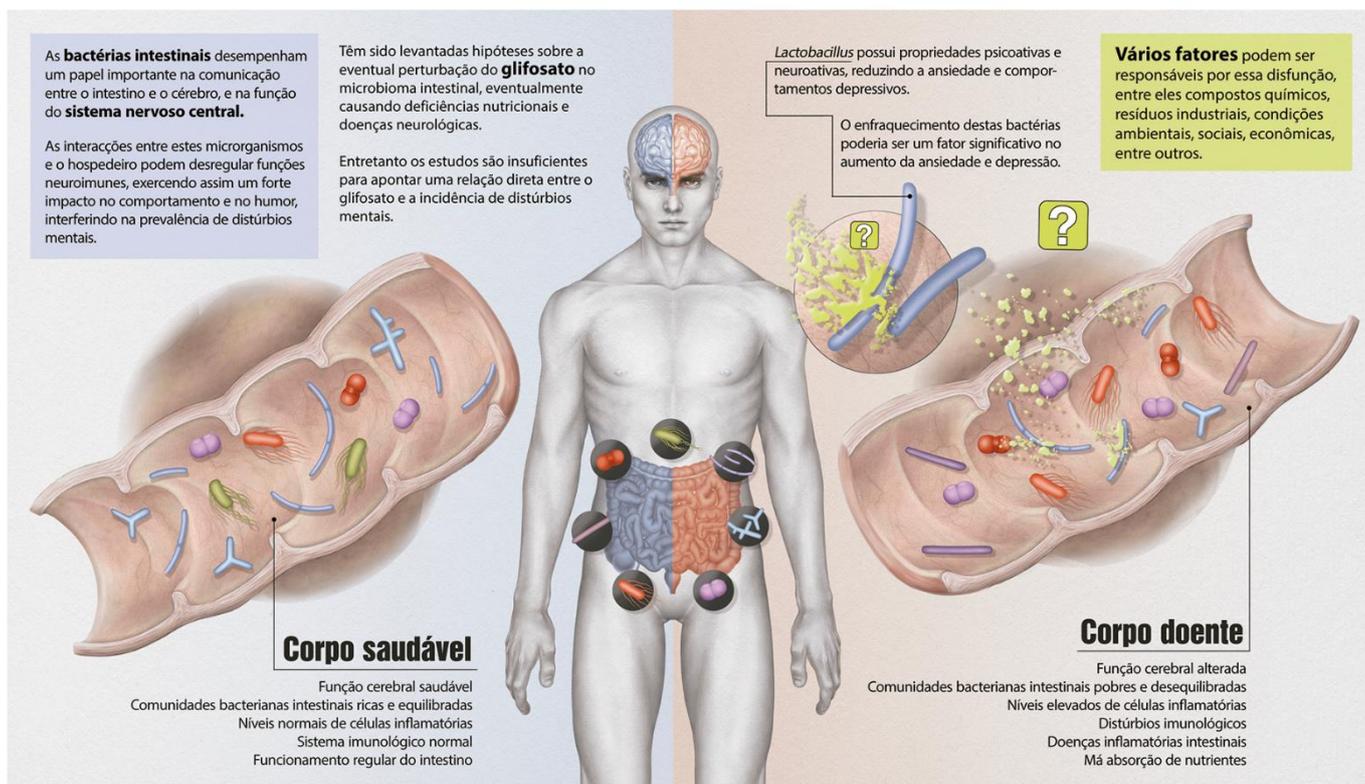


Figura 68 Publicação / Art. nº4

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES PRINCIPAIS

Este trabalho se propôs a explicar conceitos e apresentar/transmitir resultados e conclusões científicas de maneira acessível ao público não especializado, procurando, através de medidas de conscientização, estimular um pensamento mais crítico e objetivo, bem como incentivar o envolvimento dos cidadãos na tomada de decisões capazes de influenciar o rumo da sociedade. Com relação ao objetivo de contextualizar temas relacionados ao uso do herbicida glifosato, é certo que toda a análise relativa ao seu uso deve incidir num balanço entre benefícios e riscos, e que, de fato, estes produtos enquanto fatores de produção apresentam claramente o grande benefício de contribuir para o aumento das colheitas e para o combate à subnutrição e à fome, mas como produtos químicos, têm inerente a si próprios certa carga negativa. É necessário haver cidadãos bem informados para que a saúde e o meio ambiente estejam mais isentos de risco, sendo assim indispensável o investimento em investigação e na comunicação de ciência.

Os resultados do presente trabalho foram estrategicamente pensados para se adequar ao público-alvo, tornando a comunicação de ciência compreensível e despertando o interesse dos leitores para os conteúdos. Trata-se não só da divulgação da informação, mas também de estimular a motivação, as capacidades e a confiança necessária para que qualquer indivíduo possa adotar comportamentos que contribuam para a proteção do meio ambiente e para a manutenção de uma vida saudável.

Relativamente às restrições deste trabalho, por imprevistos próprios do funcionamento editorial da revista que levaram a um desfasamento do planeamento inicial, não foi possível realizar um inquérito avaliativo, no entanto o mesmo será feito à *posteriori*. Contudo, uma vez que foi demonstrado o interesse do corpo editorial por uma continuidade nas publicações logo a partir do primeiro artigo e seguintes, considera-se que tal decisão é um bom indicador sobre o sucesso destas comunicações na satisfação dos objetivos iniciais. Considera-se que, como resultado preliminar inferido de forma indireta, as comunicações mostraram ser relevantes para os leitores que de outra forma não teriam acesso ao conteúdo com a mesma facilidade de compreensão.

Durante o processo de escrita da dissertação, foi possível adquirir variados conhecimentos sobre a disciplina da infografia, bem como tomar consciência das classificações e tipologias apresentadas por diversos autores sobre este interessante campo da comunicação. Observou-se que o desenvolvimento visual dos infográficos progrediu a cada artigo, à medida que através da experimentação se aprendeu a fazer um uso mais estratégico dos recursos visuais e a otimizar metodologias e métodos. De fato e apesar de ter sido feito um estudo prévio sobre a infografia, o processo de aprendizagem ocorreu ao longo do desenvolvimento das ilustrações e de cada artigo, aqui considerada como uma unidade comunicacional. A elaboração das ilustrações por si só foi um processo mais contínuo e confortável, considerando a experiência pré existente. Contudo, da conclusão das ilustrações individuais até a composição do infográfico, houve um longo processo exploratório de disposição dos elementos, em que alguns deles precisaram ser refeitos/adaptados ao enquadramento da página. Esse processo foi

bastante iterativo, uma vez que foi feito um balanço entre a parte teórica e prática até ser possível atingir o equilíbrio exigível à composição final.

Como desenvolvimentos futuros, a aplicabilidade da ilustração científica em outras áreas permite a exploração de variados assuntos pertinentes da atualidade sobre a saúde física, mental, e sobre a manutenção em respeito ao meio ambiente e a biodiversidade. O modelo de comunicação desenvolvido neste trabalho poderá servir como base para a implementação em outras áreas além da Biologia, como a Medicina e a Psicologia.

5. OUTRAS COMUNICAÇÕES

Além do cumprimento das comunicações propostas neste trabalho, ao longo do seu desenvolvimento foi possível explorar outros meios de divulgação. Nas edições de 2018 e 2019 da Conferência Internacional em Ilustração e Animação foram apresentadas comunicações que estabeleceram as bases para a elaboração desta dissertação.

A Conferência Internacional em Ilustração e Animação (CONFIA) é organizada pela Escola Superior de Design do Instituto Politécnico do Cávado e do Ave no âmbito do Mestrado em Ilustração e Animação. A CONFIA pretende, segundo a comissão organizadora, “ser um momento que promova a discussão contemporânea sobre estas áreas, inscritas na tradição e pioneiras na inovação tecnológica”. Pretende-se ainda com o evento “a exploração do espaço multidisciplinar que envolve o desenho e a imagem animada de forma ampla. Passando pela construção da narrativa ao desenvolvimento de personagens, da teoria da arte à reflexão crítica dos objetos que povoam o mercado e a indústria” (66).

A oportunidade de efetuar estas publicações foi imprescindível para o amadurecimento da proposta ostentada no presente trabalho. Por outro lado, a submissão das comunicações foi validada por uma comissão e revisores científicos que aceitaram ambas e validaram os seus conteúdos. Esses passos acabaram por constituir testes práticos que reforçaram de forma objectiva a pertinência dos assuntos tratados neste trabalho agora sujeito a provas de Mestrado. Podem ser consultadas nos Apêndices 7.2.1 e 7.2.2.

Outra oportunidade se apresentou na exposição bienal de história científica, natural e cultural ‘Focus on Nature XV’. Criada em 1990, a exposição celebra um gênero que requer precisão científica para publicações, assim como propósitos educacionais e de pesquisa. Um júri composto por cinco membros de artistas e cientistas seleciona as obras para cada exposição com base na exatidão e singularidade científica da ilustração, no valor educacional e na qualidade artística. Organizada pelo New York State Museum, a ‘Focus on Nature XV’ está em exibição no Roberson Museum e Science Center em Binghamton, Nova York, de 21 de julho de 2019 a 20 de janeiro de 2020. Para esta exposição internacionalmente reconhecida, extremamente seletiva, concorreram 143 ilustradores, oriundos de 18 países (Austrália, Brasil, Canada, Chile, China, Alemanha, Grã-Bretanha, Índia, Israel, Itália, Holanda, Noruega, Portugal, Arábia Saudita, Suíça, Taiwan, EUA) e com um total de 296 obras a concurso, nas mais variadas temáticas e técnicas. Um catálogo (67) da exposição com comentários dos artistas está disponível no *site* do Museu. Das três obras da autora selecionadas a participar, duas foram realizadas no propósito deste trabalho e podem ser consultadas no Apêndice 7.2.3. A validação por um júri reconhecido nacional e internacionalmente, num concurso com enorme tradição na exigência na ilustração dedicada à ciência, reforça de modo substancial o valor de cada ilustração realizada e das decisões tomadas, quer na sua elaboração, quer na concretização da componente mais visual de cada unidade comunicacional.

6. REFERÊNCIAS

1. GOMES, Cristina Marques. *Comunicação Científica: Alicerces, Transformações e Tendências*. Livros LabCom, 2013.
2. GARVEY, William D. *Communication: The Essence of Science*. Elmsford, NY : Pergamon Press, 1979.
3. VALERIO, Palmira Moriconi; PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. Da comunicação científica à divulgação. *TransInformação*, vol. 2, pp. 159-169, 2008.
4. CORREIA, F. J. S. Comunicação de ciência: fundamentos e princípios, implicações e perspectivas. Afrontamento. *Comunicação de Ciência: das Universidades ao grande público*. Porto, 2019, pp. 21-65 .
5. BUENO, Wilson Costa. Comunicação Científica e Divulgação Científica: Aproximações e Rupturas Conceituais. Vol. 15, pp. 1-12, 2010.
6. SLOUGH, Scott W.; MCTIGUE, Erin. Introduction to the Integration of Verbal and Visual Information in Science Texts. *Reading Psychology* 3. Taylor & Francis Group, 2010, Vol. 31, pp. 206-212.
7. GOEPFERT, Winfried. *Communicating and Popularizing Science*. Unesco, 1999. Forum II Programme Thematic Meetings. p. 6.
8. LEMOS, S.; ARAÚJO, S. J.; DIAS, M. B. & COUTINHO, A. G. *Os cientistas como agentes na comunicação de ciência: motivação, formação e iniciativas em Portugal*. Coleção Públicos, 2007. pp. 75-85. 5.
9. ALBAGLI, Sarita. *Divulgação científica: informação científica para a cidadania?* Ci. Inf. 3, Vol. 25, pp. 396-404, Brasília, 1996.
10. LOOSE, Eloisa Beling; LIMA, Myrian Regina Del Vecchio de. *A ciência nos portais de notícia: notas para pensar a popularização científica a partir do jornalismo online*. Revista Americana de Comunicação Midiática, 23, Vol. 12, pp. 85-102, 2013.
11. GOEPFERT, Winfried. *Communicating and Popularizing Science*. Unesco, 1999. Forum II Programme Thematic Meetings. p. 6.
12. DIAS, Ana Maria Romãozinho. *Palavras de ciência. Uma exposição sobre ciência referida na imprensa*. Tese de Mestrado em Comunicação e Educação em Ciência, Universidade de Aveiro, 2009
13. European Citizen Science Association. *Dez princípios da ciência cidadã*, 2015. Citado em: 21 de 08 de 2019. Disponível em:
https://ecsa.citizenscience.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_cs_portuguese.pdf.
14. OLIVEIRA, Fabíola. *Jornalismo científico*. São Paulo : Contexto, 2002.
15. CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*. Rio de Janeiro, 2003, pp. 89-100
16. CALDAS, Graça. Mídia, meio ambiente e mobilização social. *Jornalismo científico e desenvolvimento sustentável*. São Paulo : All Print , 2009.
17. CORREIA, Fernando. *A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam*. Visualidades, Vol. 9, pp. 221-239. Goiânia, 2011

18. FERREIRA, Nina M. C. P. De Melo. O Papel da Infografia na Compreensão da Investigação e Desenvolvimento. Setembro de 2013.
19. DONDIS, Donis A. *Sintaxe da Linguagem Visual*. 2ª ed., Martins Fontes, 2000, p. 67.
20. MOSES, Monica. *Readers Consume What They See*. Poynteronline, 17 de janeiro de 2002.
21. SWELLER, John. Evolution of human cognitive architecture. *The Psychology of Learning and Motivation*. San Diego : Academic Press, 2003, Vol. 43, pp. 215-266.
22. WAAL, Paula de; TELLES, Marcos. Memória e modelos mentais. 2004.
23. SCHMITT, Valdenise. A infografia jornalística na ciência e tecnologia. 2006.
24. MOERE, Andrew Vande; LENGLER, Ralph. *Guiding the Viewer's Imagination: How Visual Rhetorical Figures Create Meaning in Animated Infographics*. 13th International Conference on Information Visualisation. Barcelona, Spain, 2009, pp. 15-17.
25. TEIXEIRA, Tattiana. A presença da infografia no jornalismo brasileiro – proposta de tipologia e classificação como gênero jornalístico a partir de um estudo de caso. *Revista Fronteiras – estudos midiáticos 2*. Vol. 4, 2007
26. SOJO, Carlos Abreu. *Es la infografía un género periodístico?* Revista Latina de Comunicación Social, 51, Espanha, 2002
27. SANCHO, José Luis Valero. *La Infografía: Técnicas, Análisis y Usos Periodísticos*. Barcelona : Universitat Autònoma de Barcelona, 2001.
28. CAMPOS, Bruno Indalencio de. O Infográfico como ferramenta de estímulo à leitura de artigos científicos. Programa de Pós-Graduação em Design e Expressão Gráfica, UFSC, 2014.
29. SMICIKLAS, Mark. *The Power of Infographics: Using Pictures to Communicate and Connect With Your Audiences*. USA : Que Publishing, 2012. p. 224.
30. SANCHO, José Luis Valero. *La comunicación de contenidos en la infografía digital*. Estudios sobre el Mensaje Periodístico, Vol. 16, pp. 469 - 483, 2010.
31. COLLE, Raymond. *Infografía tipologías*. Revista Latina de Comunicación Social., 57, La Laguna (Tenerife), 2004
32. PELTZER, Gonzalo. *Jornalismo Iconográfico*. Lisboa : Planeta Editora Ltda., 1992.
33. CARVALHO, Juliana; ARAGÃO, Isabella. *Infografia: Conceito e Prática*. InfoDesign. Revista Brasileira de Design da Informação, Vol. 9, 3, pp. 160 - 177, São Paulo, 2012
34. TUFTE, Edward. *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Connecticut : Graphics Press, 2, 2001.
35. RIBEIRO, Susana Almeida. *Infografia de Imprensa: História e Análise Ibérica Comparada*. Coimbra : Minerva, 2008.
36. PABLOS, José Manuel de. *Infoperiodismo: el periodista como creador de la infografía*. . Madrid : Síntesis, 1999.
37. MOREIRA, L. Pinturas de Lascaux. *Cultura Mix*, 22/04/2011. Citado em: 20/08/2019. Disponível em: <http://cultura.culturamix.com/arte/pinturas-de-lascaux>.

38. CAIRO, Alberto. *Infografia 2.0: visualización interactiva de información en prensa*. Madrid : Alamut, 2008. p. 125.
39. Penumbra Livros, 15/05/2017. Citado em: 20/08/2019. Disponível em: <http://www.penumbralivros.com.br/2017/05/botando-o-coracao-na-balanca>
40. POLIDORO, Massimo. Leonardo Da Vinci: gratis le sue opere d'anatomia, 05/04/2016. Citado em: 20 de 08 de 2019. <https://www.massimopolidoro.com/blog/leonardo-da-vinci-gratis-le-sue-opere-danatomia.html>.
41. MINARD, Charles. Napoleon's retreat from Moscow, 20/11/1869. Citado em: 21/08/2019. https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Joseph_Minard#/media/File:Minard.png.
42. GRAHAM-SMITH, Darien. The History Of The Tube Map. *Londonist*. Citado em: 21/08/2019. Disponível em: <https://londonist.com/2016/05/the-history-of-the-tube-map>.
43. BIERNATH, Carlos Alberto Garcia; RODRIGUES, Kelly De Conti. *História da infografia: da mera ilustração à valorização narrativa*. Encontro Nacional de História da Mídia (Alcar). Porto Alegre, 2015.
44. XAQUÍN, Gonzalez Vieira. Infografía especializada: la ciencia y la salud. *Curso Intensivo de Infografía Multimedia el Mundo*. 2004.
45. QUENTAL, Joana Maria Ferreira Pacheco. A ilustração enquanto processo e pensamento. Autoria e interpretação. *Tese de Doutoramento em Design, Universidade de Aveiro*, 2009.
46. COMBIER, Jean; JOUVE, Guy. *Nouvelles recherches sur l'identité culturelle et stylistique de la grotte Chauvet et sur sa datation par la méthode du 14 C*. *L'Anthropologie* , pp. 115-151, 2014
47. CORREIA, Fernando. Ilustração Científica em Portugal – A Génese e o Ensino. 2010.
48. CORREIA, Fernando; FERNANDES, Ana Silva. *Desenhar para (re)conhecer: O papel da Ilustração Científica nas missões científicas do espaço lusófono*. Jardim Botânico Tropical. Lisboa : Instituto de Investigação Científica Tropical, 2012 . Atas do Congresso Internacional Saber Tropical em Moçambique: História, Memória e Ciência. p. 25.
49. CORREIA, Fernando. *Ilustração Científica - imagem sobre-o-natural*. Parques e Vida Selvagem, 2011, Retratos Naturais, pp. 45-47.
50. *Ilustração Científica como Ferramenta Educativa*. SALGADO, Pedro; BRUNO, Joana; PAIVA, Mafalda; PITA, Xavier. *Interações*, 39, pp. 381-392, 2015
51. LENCASTRE, Leonor. *Leitura: a compreensão de textos*. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 2003. p. 406 .
52. QUENTAL, Joana Maria Ferreira Pacheco. A ilustração enquanto processo e pensamento. Autoria e interpretação. *Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro*, 2009.
53. JUNIOR, João Batista Bottentuit. *O infográfico e as suas potencialidades educacionais*. IV Encontro Nacional de Hipertexto e Tecnologias Educacionais. Universidade de Sorocaba, 2011.
54. SOUZA, Juliana Alles de Camargo de. *Infográfico: modos de ver e ler ciência na mídia*. São Paulo, 2016. *Bakhtiniana*, 2, vol. 11, pp. 190 - 206.

55. MENSAH, P.K.; PALMER, C.G.; ODUME, O.N. Toxicity and Hazard of Agrochemicals. Larramendi M. *Ecotoxicology of Glyphosate and Glyphosate-Based Herbicides - Toxicity to Wildlife and Humans*. InTech, 2015, pp. p. 93-112.
56. SANBORN, M.; BASSIL, K.; VAKIL, C.; KERR, K.; RAGAN, K. *Systematic Review of Pesticide Health Effect*. Ontario College of Family Physicians, 2012.
57. SIMÕES, João Santos. *Utilização de produtos fitofarmacêuticos na agricultura*. Publicações Universitárias e Científicas Principia. 1^a. Porto : SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação, 2005.
58. PEREZ, G.P.; VERA, M.S.; MIRANDA, L. Effects of Herbicide Glyphosate and Glyphosate Based Formulations on Aquatic Ecosystems. KORTEKAMP A. *Herbicides and Environment*. InTech Europe, 2011, pp. pp. 343-368.
59. KRÜGER, Monika; SCHLEDORN, Philipp; SCHRÖDL, Wieland; HOPPE, Hans-Wolfgang; LUTZ, Walburga; SHEHATA, Awad A. *Detection of Glyphosate Residues in Animals and Humans*. Journal of Environmental & Analytical Toxicology 2, vol. 4, 2014
60. BENACHOUR, N; SIPAHUTAR, H; MOSLEMI, S; GASNIER, C; TRAVERT, C; SERALINI, G. E. *Cells, Time- and Dose-Dependent Effects of Roundup on Human Embryonic and Placental*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2007, Vol. 53, pp. 126-133
61. BENACHOUR, Nora; SÉRALINI, Gilles-Eric. *Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells*. Chem Res Toxicol., Vol. 22, pp. 97-105, 2009.
62. PAGANELLI, A.; GNAZZO, V.; ACOSTA, H.; LÓPEZ, S.L.; CARRASCO, A. E. *Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling*. Chemical Research in Toxicology, Vol. 23 (10), pp. p. 1586--95, 2010
63. GASNIER, Céline; DUMONT, Coralie; BENACHOUR, Nora; CLAIR, Emilie; CHAGNON, Marie-Christine; SÉRALINI, Gilles-Eric. *Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines*. Toxicology , Vol. 262, pp. 184-191.
64. MENDES, Karina Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. *Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem*. Florianópolis, 2008, Texto contexto - enferm., 4, vol. 17.
65. URSI, Elizabeth Silva; GAVÃO, Cristina Maria. *Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura*. Ribeirão Preto 2006, Rev. Latino-Am. Enfermagem, 1, vol. 14.
66. Conferência Internacional de Ilustração e Animação. Citado em: 02/09/2019. Disponível em: <https://confia.ipca.pt/>.
67. Catálogo Focus on Nature XV . The New York State Education Department, Albany, Nova York, 2019. Citado em: 28/08/2019. Disponível em: http://www.nysm.nysed.gov/common/nysm/files/15_fon_xv_catalog_encrypted.pdf.
68. PAGANELLI, Alejandra; GNAZZO, Victoria; ACOSTA, Helena; LÓPEZ, Silvia L.; CARRASCO, Andrés E. *Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling*. Chem. Res. Toxicol., Vol. 23, 10, pp. 1586-1595, 2010

69. DALLEGRAVE, Eliane; MANTESE, Fabiana DiGiorgio; COELHO, Ricardo Soares; PEREIRA, Janáina Drawans; DALSENTER, Paulo Roberto; LANGELOH, Augusto. *The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats*. 30, 2003, Toxicology Letters, Vol. 142, pp. 45-52.
70. BALBUENA, María Sol; TISON, Léa; HAHN, Marie-Luise; GREGGERS, Uwe Randolph Menzel; FARINA, Walter M.. *Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation*. Journal of Experimental Biology, Vol. 218, pp. 2799-2805, 2015
71. HERBERT, Lucila H.; VAZQUEZ, Diego E.; ARENAS, Andres; FARINA, Walter M.. *Effects of field-realistic doses of glyphosate on honeybee appetitive behavior*. 19, 2014, Journal of Experimental Biology, Vol. 217, pp. 3457-64.
72. CARDOZO, Mayara Martins. Impactos do pólen de soja geneticamente modificada (Intacta RR2 PRO®) e do herbicida Roundup sobre colmeias de Apis mellifera. 2017.
73. PERUZZO, P. J.; PORTA, A. A.; RONCOI, A. E. *Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina*. 2008, Environ. Pollut., v. 156, pp. 61-66.
74. CRUZAT, R; BAASCH, V. *Resultados y Lecciones en Productos en Base a Aceites Esenciales Microencapsulados para el Control del Ácaro Varroa: Proyecto de Innovación en Región del Maule*. Santiago: Pecuario/Apicultura, 2009, Serie experiencias de innovación para el emprendimiento agrario, p. 52.
75. HYVONEN, T.; SALONEN, J. *Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels: a six-year experiment*. Plant Ecol., v. 159, pp. p. 73-81. n. 1, 2002
76. GOULSON, D. et al. *Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers*. Science, Vol. v. 347. n. 6229, 2015
77. SHEHATA, Awad A.; SCHRÖDL, Wieland; ALDIN, Alaa. A.; HAFEZ, Hafez M.; KRÜGER, Monika. *The effect of glyphosate on potential pathogens and beneficial members of poultry microbiota in vitro*. Curr Microbiol. 4, Vol. 66, pp. 350-8, 2013
78. KRÜGER, M.; SHEHATA, A.A.; SCHRÖDL, W.; RODLOFF, A. *Glyphosate suppresses the antagonistic effect of Enterococcus spp. on Clostridium botulinum*. Anaerobe 20:74-8, Vol. 20, p. 8, 2013.
79. ACKERMANN, Wagis; COENEN, Manfred; SCHRÖDL, Wieland; SHEHATA, Awad A.; KRÜGER, Monika. *The influence of glyphosate on the microbiota and production of botulinum neurotoxin during ruminal fermentation*. Curr Microbiol., 3, 2015, Vol. 70, pp. 374-82.
80. AITBALI, Yassine; BA-M'HAMED, Saadia; ELHIDAR, Najoua; NAFIS, Ahmed; SORAA, Nabila; BENNIS, Mohamed. *Glyphosate based-herbicide exposure affects gut microbiota, anxiety and depression-like behaviors in mice*. Neurotoxicology and Teratology, 2018, Vol. 67, pp. 44-49.
81. RUEDA-RUZAFÁ, Lola; CRUZ, Francisco; ROMAN, Pablo; CARDONA, Diana. *Gut microbiota and neurological effects of glyphosate*. NeuroToxicology, 2019, Vol. 75, pp. 1-8.
82. SAMSEL, Anthony; SENEFF, Stephanie. *Glyphosate, pathways to modern diseases III: Manganese, neurological diseases, and associated pathologies*. Surg Neurol Int. 6, 2015, Vol. 45.
83. ANTONIOU, Robin Mesnage; MICHAEL N. *Facts and Fallacies in the Debate on Glyphosate Toxicity*. Front. Public Health. 2017.

84. FARIA, Miguel A. Glyphosate, neurological diseases – and the scientific method. James I. Ausman. *Surg Neurol Int.* 2015, Vol. 6, 132.
85. GOMES, Marcela; LOUREIRO, Susana; CORREIA, Fernando. A Ilustração Científica como ferramenta sensibilizadora sobre os efeitos nocivos da exposição ao glifosato. Instituto Politécnico do Cávado e do Ave. *Conferência Internacional em Ilustração e Animação.* 6 ed, 2018, pp. 466-473.
86. GOMES, Marcela; LOUREIRO, Susana; CORREIA, Fernando. *O uso da infografia na compreensão da divulgação científica.* Instituto Politécnico do Cávado e do Ave. Conferência Internacional em Ilustração e Animação, 7 ed., 2019, pp. 565-570.
87. DENNISON, Bill. *Communicating science effectively to engage decision-makers.* Ontario, Canada, 2010. Latornell Conservation Symposium.
88. HORN, Robert E. *Visual Language: Global Communication for the 21st Century.* Washington : Macro VU, 1998.
89. BROOME, Marion. Integrative literature reviews for the development of concepts. Kathleen A. Knafel Beth L. Rodgers. *Concept Development in Nursing: Foundations, Techniques and Application,* 2. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 2000, 13.
90. MALE, Alan. *Illustration, a theoretical and contextual perspective.* Paperback , 2007.
91. HODGES, Elaine R. S. *The Guild Handbook of Scientific Illustration.* New York : Wiley & Sons, 1998. p. 640.
92. VENDÔMOIS, J.S.; ROULLIER, F.; CELLIER, D.; SÉRALINI, G. *A Comparison of the Effects of Three GM Corn Varieties on Mammalian Health.* 2009, International Journal of Biological Sciences, pp. vol. 5 p.706-26.
93. MENSAH, Paul K.; PALMER, Carolyn G.; MULLER, Wilhelmine J. Lethal and Sublethal Effects of Pesticides on Aquatic Organisms: The Case of a Freshwater Shrimp Exposure to Roundup®. Soloneski S. Larramendy M. L. *Pesticides: Toxic Aspects.* Rijeka, Croatia : InTech, 2014.
94. EPSTEIN, Isaac. *Divulgação Científica: 96 verbetes.* Campinas, São Paulo : Pontes, 2002.
95. IVANISSEVICH, Alicia. A mídia como intérprete: como popularizar a ciência com responsabilidade e sem sensacionalismo. Sergio Vilas Boas. *Formação & Informação Científica: jornalismo para iniciados e leigos.* São Paulo : Summus, 2005.
96. TEIXEIRA, Tattiana. *Infografia e jornalismo: conceitos, análises e perspectivas.* Salvador : EDUFBA, 2010.
97. CLAPERS, Jordi. *Los Gráficos: desde fuera de la redacción.* 1998, Revista Latina de Comunicación Social, Vol. 9.
98. BARBEIRO, L. *Introdução.* Coleção Públicos, 2007. pp. 9-12. 5.
99. COUTINHO, Ana Godinho; ARAÚJO, Sofia Jorge; BETTENCOURT-DIAS, Mónica. *Comunicar Ciência em Portugal: uma avaliação das perspectivas para o estabelecimento de formas de diálogo entre cientistas e o público.* 6, 2004, Comunicação e Sociedade, pp. 113-134.
100. FILHO, Marcondes. C. *Comunicação e jornalismo: a saga dos cães perdidos.* São Paulo : Hacker, 2002.

101. MUELLER, Suzana P. M.; CARIBÉ, Rita de Cássia do Vale. Comunicação científica para o público leigo: breve histórico. *Informação & Informação*. Londrina, 2010, Vol. 15, pp. 13 - 30.
102. MALET, Antoni. *Divulgación y popularización científica en el siglo XVIII: entre la apología cristiana e la propaganda ilustrada*. 26, Quark, Barcelona, 2002, pp. 13-23.
103. BURKHARD, Remo Aslak. *Learning from architects: the difference between knowledge visualization and information visualization*. 2004. pp. 519- 524.
104. *Consideran a la Caverna Chauvet, una “catedral” rupestre*. Colectivo Letras en. Arte y cultura en rebeldía, 17/04/2016. Citado em: 31/08/2019.
Disponível em: <https://arteyculturaenrebeldia.com/2016/04/17/consideran-a-la-caverna-chauvet-una-catedral-rupestre/>.
105. La ciudad visitada. 12/11/2018. Citado em: 31/08/2019. Disponível em: <https://laciudadvisitada.blogspot.com/2018/11/une-machine-habiter.html>.
106. GAMACHE, Martin. In Harm's Way - Illustration of how and where tornadoes form. *National Geographic*. Citado em: 31/08/2019.
Disponível em: <https://www.nationalgeographic.org/photo/tornadographic/>.
107. El País. *Conclusões do relatório judicial sobre o acidente do voo AF447*, 01/06/2009. Citado em: 31/08/2019.
Disponível em: https://elpais.com/elpais/2012/07/05/media/1341504231_152822.html.
108. AITBALI, Yassine; BA-M'HAMED, Saadia; ELHIDAR, Najoua; NAFIS, Ahmed; SORAA, Nabila; BENNIS, Mohamed. Glyphosate based-herbicide exposure affects gut microbiota, anxiety and depression-like behaviors in mice (2018).

7. APÊNDICES

7.1 Revisão Integrativa

7.1.1 Artigo nº1

Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling (2010). Paganelli, A.; Gnazzo, V.; Acosta, H.; López, S.L.; Carrasco, A.E. (68).

Intervenção estudada: Embriões de *Xenopus laevis* e de *Gallus gallus domesticus* foram incubados com doses subletais de glifosato para explorar os seus efeitos no desenvolvimento embrionário.

Resultados: Os embriões tratados tiveram a atividade da proteína que controla o desenvolvimento dos membros e a organização do cérebro (*Shh*) dramaticamente reduzida e demonstraram declínio na regulação da proteína que participa da formação dos olhos em uma ampla gama de espécies (*Pax6*), sugerindo que esta pode ser a causa dos defeitos na retina e nos hemisférios cerebrais dos mesmos. Observou-se nos animais prejuízo na diferenciação neuronal, na formação de rombómeros e da crista neural (ciclopsia, redução das vesículas óticas); prejuízo na expressão da linha dorsal (encurtamento do tronco) e dos marcadores cefálicos (malformações craniofaciais – microcefalia, microftalmia). Os resultados da disfunção dos genes são análogos às malformações observadas em embriões humanos expostos ao glifosato durante a gravidez. Nos humanos observou-se uma interrupção do desenvolvimento do esqueleto craniofacial, causando malformações craniofaciais (microcefalia, microftalmia), falha no desenvolvimento dos ouvidos (microtia ou anotia), subdesenvolvimento mandibular e fenda palatina.

Conclusões/Recomendações: Os resultados apresentados demonstram que o glifosato interfere nos principais mecanismos moleculares que regulam o desenvolvimento embrionário em ambas espécies, levando a malformações congênitas. A similaridade dos fenótipos obtidos em testes com o glifosato isolado e com um HBG sugere que eles são atribuíveis ao princípio ativo e não aos adjuvantes. O espectro dos resultados é consistente com os fenótipos obtidos em modelos de roedores, peixes-zebra e humanos. O efeito do glifosato na morfogênese embrionária de vertebrados abre preocupações sobre os achados clínicos de descendentes humanos em populações expostas a herbicidas em campos agrícolas, entretanto as evidências relatadas na literatura científica e nas observações clínicas não parecem ser suficientes para que a legislação ambiental se acautele sobre a profundidade do impacto sobre a saúde humana produzido por organismos geneticamente modificados.

The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats (2003). Dallegrave, E., Mantese, F.D., Coelho, R.S., Pereira, J.D., Dalsenter, P.R., Langeloh, A. (69).

Intervenção estudada: Sessenta ratas - *Rattus norvegicus* - grávidas foram divididas em grupos experimentais que receberam 500, 750 ou 1000 mg/kg de um HBG comercial diluído em água

para avaliar o seu potencial teratogénico. Os tratamentos foram administrados oralmente do 6º ao 15º dia de gravidez, definido como o período crítico para o desenvolvimento estrutural do embrião dos ratos.

Resultados: As alterações esqueléticas mais frequentes foram ossificação incompleta do crânio e fontanelas excessivamente grandes. A maioria deles apresentou anasarca. O grupo de 500 mg/kg obteve 33,1%, de fetos malformados e maior ocorrência de ossificação incompleta e estérnebra bipartite. O grupo de 750 mg/kg obteve 42% de fetos malformados, com estérnebras deformadas, íleo dobrado, agenesia das falanges da pata dianteira, ossificação adicional do lobo parietal, ossificação occipital e cervical incompleta, mandíbula curta, costelas fundidas, vértebras cervicais zigomáticas desalinhasadas ou de dumbbell, esterno ondulado, clavícula irregular ou deformada, escápula deformada, ossificação incompleta da ulna, metacarpo não ossificado e fêmur dobrado. O grupo de 1000 mg/kg obteve 57,3% de fetos malformados, sendo que 50% das ratas morreram entre o 7º e o 14º dia de gravidez. Apenas no último grupo atlas e outras vértebras cervicais e torácicas apareceram deformadas.

Conclusões/Recomendações: Os resultados demonstram que a formulação comercial de glifosato testada induz o retardo do desenvolvimento esquelético dos ratos. Estudos adicionais devem ser conduzidos para determinar o mecanismo de toxicidade dos HBG em *Rattus norvegicus*, uma vez que os seres humanos também estão expostos a estas formulações.

7.1.2 Artigo nº2

Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation (2015). Maria Sol Balbuena, Léa Tison, Marie-Luise Hahn, Uwe Greggers, Randolph Menzel e Walter M. Farina (70).

Intervenção estudada: Investiga-se os efeitos subletais de glifosato em *Apis Mellifera*, principais polinizadores em ecossistemas agrícolas. Foi testado se a exposição a 3 concentrações (2,5; 5 e 10 mg) de glifosato afetaria a trajetória de voo das abelhas.

No experimento, abelhas forrageiras foram capturadas, alimentadas com uma solução de açúcar contendo traços de glifosato e liberadas de locais diferentes 1 ou 2 vezes. Suas trajetórias de regresso foram rastreadas usando tecnologia de radar harmônico.

Resultados: As abelhas que foram alimentadas com 10 mg de glifosato passaram mais tempo realizando voos de regresso do que as abelhas de controle ou tratadas com concentrações inferiores. Elas também realizaram mais voos indiretos. Além disso, a proporção de voos diretos realizados após uma segunda liberação do mesmo local aumentou nas abelhas controle, mas não nas abelhas tratadas.

Conclusões/Recomendações: Os resultados sugerem que, em abelhas, a exposição a níveis de glifosato comumente encontrados em ambientes agrícolas prejudica as capacidades cognitivas

necessárias para recuperar e integrar informações espaciais para um retorno bem-sucedido à colmeia. Desta forma, alimentar-se de néctar contendo traços de glifosato pode afetar a aprendizagem e a retenção de memória relevante para o reconhecimento de fontes de alimento e para navegar entre essas fontes de alimento e a colmeia. O prejuízo na navegação das abelhas a longo prazo pode potencialmente diminuir a eficiência de forrageamento, levando a uma redução na população de abelhas.

Effects of field-realistic doses of glyphosate on honeybee appetitive behavior (2014).

Lucila T. Herbert, Diego E. Vázquez, Andrés Arenas e Walter M. Farina (71).

Intervenção estudada: Investiga-se os efeitos de doses de glifosato comumente usadas na agricultura sobre o comportamento da abelha *Apis mellifera*, especificamente sobre a sensibilidade à sacarose, o condicionamento olfativo da resposta de extensão da probóscide (REP) e o comportamento relacionado ao forrageamento das abelhas.

Resultados: Reduziu-se a sensibilidade à sacarose e o desempenho de aprendizagem para os grupos cronicamente expostos a concentrações de glifosato dentro da faixa de doses recomendadas. Quando o condicionamento do REP olfativo foi realizado com recompensa de sacarose com as mesmas concentrações de glifosato, a aprendizagem associativa e a retenção de memória de curto prazo diminuíram significativamente em comparação com o grupo de controle.

Conclusões/Recomendações: Os resultados implicam que o glifosato nas concentrações encontradas na natureza como resultado da pulverização pode afetar a responsividade gustativa, reduzindo a sensibilidade à recompensa do néctar e prejudicar a aprendizagem associativa das abelhas. A capacidade gustativa das abelhas pode afetar a colônia, reduzindo a capacidade das forrageiras de detectar o aroma floral e, assim, fontes de néctar.

Portanto, abelhas forrageiras podem se tornar uma fonte constante de fluxo de néctar com vestígios de glifosato armazenados na colmeia, que seriam então disseminados entre os indivíduos e usado como alimento para a colônia inteira durante o inverno.

Impactos do pólen de soja geneticamente modificada (Intacta RR2 PRO®) e do herbicida Roundup sobre colmeias de *Apis mellifera* (2017).

Mayara Martins Cardozo (72).

Intervenção estudada: Este estudo tem como objetivo avaliar os impactos da alimentação artificial com resíduos de glifosato comercial e farinha de soja geneticamente modificada sobre indivíduos de *Apis mellifera*. Foram analisadas a qualidade das colmeias, o comportamento higiênico das abelhas, o índice de infestação de varroose e a intensidade de infecção de nosemose.

Optou-se por utilizar um produto comercial ao invés de apenas glifosato, para melhor simular o que ocorre no campo e observar os efeitos subletais inerentes a formulação comercial, que contem outros componentes além do princípio ativo. Foram utilizadas 20 colmeias para serem alimentadas com 480g de herbicida diluído em xarope de açúcar, equivalente a aproximadamente 0,7mg de glifosato – quantidade identificada por Peruzzo et al. (73), em águas lixiviadas de plantações de soja, o que sugere que esta concentração pode estar presente no néctar dessas plantas.

Resultados: Os resultados mostraram que colmeias submetidas à alimentação transgênica e contaminadas com herbicida estão sujeitas a terem o comportamento higiênico e a longevidade das suas abelhas reduzidas. Além disso, a quantidade de cria e de abelhas adultas reduziu significativamente. Também foram maiores os índices de infestação de varroose e nosebose.

Conclusões/Recomendações: O comportamento higiênico consiste na capacidade de as operárias identificarem e removerem crias mortas, doentes, danificadas ou parasitadas, que reduz o risco de doenças na colmeia. Uma redução do comportamento higiênico implica o acréscimo de doenças e parasitas na colmeia (ficam mais suscetíveis ao ataque de doenças e pragas)

Os ácaros causadores da varroose podem causar deformações nas asas das abelhas, impedindo-as de voar. Além disso, podem causar danos físicos como a má formação dos órgãos e, conseqüentemente, a redução do peso e tamanho das abelhas, o que compromete a longevidade da população da colmeia. A população de ácaros pode prejudicar também a capacidade da rainha de reproduzir e ocasionar a morte das colmeias. Entretanto, em muitos casos, gera apenas perdas de produção, devido ao debilitamento geral da colmeia (74).

A produção de mel e cera não depende apenas da disponibilidade de flores no ambiente, mas da qualidade dos alimentos que as abelhas coletam. Agora é claro que as flores contaminadas com pesticidas afetam a saúde das abelhas. Além disso, reconhece-se que a utilização extensiva e prolongada de herbicidas conduz a uma menor diversidade de plantas com flores (75) o que afeta inevitavelmente as colmeias de abelhas e a sua produtividade (76).

7.1.3 Artigo nº3

The Effect of Glyphosate on Potential Pathogens and Beneficial Members of Poultry Microbiota In Vitro (2013). Awad A. Shehata, Wieland Schrödl, Alaa. A. Aldin, Hafez M. Hafez, Monika Krüger (77).

Intervenção estudada: Esta investigação foi realizada para determinar os efeitos do glifosato sobre agentes patógenos e membros benéficos da microbiota gastrointestinal de aves domésticas.

Resultados: A maior parte das bactérias patogênicas testadas foi altamente resistente ao glifosato. O crescimento e a produção de neurotoxina por *Clostridium botulinum* - bactéria patogênica que causa o botulismo - não foram inibidos. No entanto, a maioria das bactérias benéficas testadas foi considerada moderada ou altamente suscetível ao glifosato. A redução das bactérias benéficas do trato gastrointestinal das aves pela ingestão de glifosato pode perturbar a comunidade bacteriana normal e associa-se a doenças mediadas por *C. botulinum*. Enterococcus são capazes de suprimir a produção da neurotoxina botulínica, portanto a toxicidade do glifosato para enterococcus pode levar a um aumento dos casos de botulismo.

Salmonella enteritidis, *S. typhimurium* e *S. gallinarum* também foram altamente resistentes ao glifosato. Entretanto, o glifosato ainda pode afetar *Salmonella* spp. indiretamente, reduzindo o número de microorganismos benéficos que impedem a sua colonização.

Conclusões/Recomendações: A microbiota do trato gastrointestinal das galinhas tem recebido mais atenção na tentativa de minimizar doenças transmitidas por alimentos em humanos. A ingestão de ração contaminada com glifosato pode perturbar a comunidade bacteriana intestinal das aves.

Glyphosate suppresses the antagonistic effect of Enterococcus spp. on Clostridium botulinum (2013). Monika Krüger, Awad Ali Shehata, Wieland Schrödl, Arne Rodloff (78).

Intervenção estudada: Documenta o efeito inibitório do glifosato sobre *Enterococcus* spp. - bactéria ácido-lática do aparelho digestivo que antagoniza *Clostridium botulinum*, bactéria patogênica que produz a toxina responsável pelo botulismo -, com o objetivo de relatar se este herbicida pode ser um fator predisponente associado ao aumento de doenças mediadas por *C. botulinum* em bovinos.

Resultados: A redução de *Enterococcus* spp. após ingestão de glifosato pode explicar o aumento de doenças mediadas por *C. botulinum* em bovinos. Os resultados mostraram uma correlação negativa da presença de enterococcus nas fezes com doenças associadas ao *C. botulinum*: os bovinos que foram pouco colonizados por enterococcus apresentaram em 68% sintomas de doenças associadas a *C. botulinum*, enquanto aqueles com boa colonização por enterococcus raramente apresentavam sinais de doença (9%).

Conclusões/Recomendações: Especialmente após a introdução a culturas resistentes ao glifosato, foi relatado um aparente aumento de doenças e deficiências nutricionais em animais de fazenda. Embora haja outros fatores na agricultura que influenciem a saúde dos animais, o glifosato é bem conhecido pelos seus efeitos bactericidas, e pode, portanto, alterar a composição da microbiota do trato gastrointestinal.

A supressão de *C. botulinum* por enterococos e a extraordinária toxicidade do glifosato a enterococos, mas não a *C. botulinum*, observada neste estudo, pode ser importante na compreensão do que é denominado botulismo crônico em animais de fazenda. O glifosato pode

ser um fator predisponente responsável pelo aumento dos casos de botulismo em fazendas de gado leiteiro devido à perda das bactérias antagonistas *Enterococcus* spp. no trato gastrointestinal dos animais.

The Influence of Glyphosate on the Microbiota and Production of Botulinum Neurotoxin During Ruminal Fermentation (2015). Wakis Ackermann, Manfred Coenen, Wieland Schrödl, Awad A. Shehata, Monika Krüger (79).

Intervenção estudada: O objetivo deste estudo é investigar o impacto do glifosato na microbiota e na expressão da neurotoxina botulínica (NTBo) durante a fermentação ruminal in vitro.

Resultados: Os resultados mostraram que o glifosato teve efeito inibitório em vários grupos de bactérias e protozoários da microbiota ruminal, mas aumentou a população de espécies patogênicas. Em resumo, o glifosato provoca uma mudança na população microbiana dos fluidos do rúmen, o que favorece a produção de NTBo. As bactérias ruminais mais importantes para degradação de fibras também foram fortemente inibidas pelo glifosato.

Conclusões/Recomendações: Estes resultados sugerem que o glifosato leva a distúrbios do rúmen e baixa digestão de fibras. A fermentação de fibra fornece nutrientes importantes para muitas espécies microbianas não-fibrolíticas, portanto a inibição de micróbios de degradação de fibras pelo glifosato também poderia afetar outras espécies. Portanto, a disbiose induzida pelo glifosato em dietas ricas em fibras pode induzir uma maior suscetibilidade para patógenos ou apoiar tais microrganismos que normalmente ocorrem em pequenos números.

7.1.4 Artigo nº4

Glyphosate based- herbicide exposure affects gut microbiota, anxiety and depression-like behaviors in mice (2018) Yassine Aitbali, Saadia Ba-M'hamed, Najoua Elhidar, Ahmed Nafis, Nabila Soraa, Mohamed Bennis (80).

Intervenção estudada: Neste estudo, foi investigado os efeitos tóxicos de herbicidas a base de glifosato (HBG) na microbiota intestinal e as subseqüentes implicações nas funções neurocomportamentais em camundongos após exposição aguda, subcrônica e crônica a 250 ou 500 mg/kg por dia.

Resultados: A exposição subcrônica e crônica a HBG induziu um aumento de comportamentos intrínsecos à depressão e à ansiedade. Além disso, alterou significativamente a composição da microbiota intestinal em termos de abundância e diversidade dos microorganismos principais, mais especificamente *Corynebacterium*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes* e *Lactobacillus*.

Conclusões/Recomendações: O mecanismo de ação do glifosato nas plantas está relacionado com a ruptura da via metabólica do chiquimato, que está envolvida na síntese dos aminoácidos

aromáticos principais. Embora os mamíferos não possuam a via do chiquimato, esta via está presente nas bactérias intestinais. Os HBG demonstraram perturbar bactérias intestinais benéficas em animais, causando um crescimento excessivo de patógenos.

Outros estudos demonstram que o *Lactobacillus* possui propriedades psicoativas e neuroativas, reduzindo a ansiedade e comportamentos depressivos. Estes dados reforçam que a disbiose intestinal produzida por HBG pode perturbar o metabolismo normal de neurotransmissores, como a serotonina, interferindo na interação entre o intestino e o cérebro, que pode aumentar a prevalência de alterações neurocomportamentais.

Gut microbiota and neurological effects of glyphosate (2019) Lola Rueda-Ruzafa, Francisco Cruz, Pablo Roman e Diana Cardona (81).

Intervenção estudada: A disbiose da microbiota intestinal tem sido relacionada com o aumento da suscetibilidade a patologias intestinais, cardiovasculares e nervosas. Este trabalho analisa o impacto da disbiose intestinal induzida pelo glifosato no sistema nervoso central, com foco em distúrbios emocionais, neurológicos e neurodegenerativos.

Resultados: Os pesquisadores sugerem que a disbiose induzida pelo glifosato pode causar o crescimento excessivo de bactérias patogênicas como a *Clostridia*, que pode contribuir para o desenvolvimento de desvios neurológicos. A resistência elevada da *Clostridia* ao glifosato pode representar um fato significativo na predisposição à colite.

Verificou-se também que o glifosato altera severamente os níveis de manganês (Mn) nas plantas. A interrupção do glifosato na homeostase do Mn afeta seletivamente *Lactobacillus* e pode levar a vários distúrbios, como a doença de Parkinson, a ansiedade e a depressão. Os microorganismos intestinais também apresentam uma elevada produção de serotonina, neurotransmissor que afeta múltiplas funções corporais.

Embora existam poucos estudos, foi observada uma perturbação nos níveis de microorganismos intestinais após a exposição ao glifosato, afetando a produção de serotonina, o que induziu um aumento na ansiedade e na depressão. O papel da microbiota intestinal também foi relacionado com a patogênese da doença de Alzheimer.

Conclusões/Recomendações: A principal limitação na maioria dos estudos é o uso de doses elevadas de glifosato ou HBG, difíceis de obter em tecidos de mamíferos, questionando a relevância clínica. Além disso, foi sugerido que os efeitos nocivos do glifosato podem dever-se aos adjuvantes em formulações de HBG, e muitas das investigações reportadas na bibliografia apenas são conduzidas com o composto ativo glifosato.

Glyphosate, pathways to modern diseases III: Manganese, neurological diseases, and associated pathologies (2015) Anthony Samsel, Stephanie Seneff (82).

Intervenção estudada: Neste estudo, analisa-se o impacto do Mn na fisiologia humana e sua associação com a disbiose intestinal, bem como neuropatologias como o autismo, a doença de Alzheimer, depressão, transtorno de ansiedade, doença de Parkinson e doenças de príons.

Resultados: A deficiência de Mn provocada pelo glifosato pode explicar o recente aumento na incidência de múltiplas doenças neurológicas e outras patologias. A deficiência de Mn no sangue leva ao comprometimento de várias enzimas dependentes de Mn, enquanto que o excesso de Mn acumulado no fígado e no tronco cerebral devido à incapacidade do fígado de exportá-lo para os ácidos biliares pode levar a danos hepáticos e à doença de Parkinson. A deficiência de Mn no intestino devido à exposição ao glifosato afeta os *Lactobacillus*, levando a um aumento da ansiedade. Os níveis baixos de *Lactobacillus* no intestino, assim como a ansiedade, são características conhecidas do autismo.

A baixa disponibilidade de Mn no suprimento sanguíneo para o cérebro leva ao acúmulo de glutamato e amônia no cérebro, os quais são ambos neurotóxicos e estão associados a muitas doenças neurológicas. A deficiência de Mn também pode ser responsável por baixar a motilidade espermática e, portanto, baixas taxas de fertilização, bem como baixo desenvolvimento ósseo, levando à osteoporose e osteomalacia.

Conclusões/Recomendações: Atualmente, muitas doenças estão aumentando com o uso de glifosato na agricultura. Estas incluem: autismo, doenças de Alzheimer e Parkinson, transtorno de ansiedade, depressão, osteoporose, doença inflamatória intestinal, disfunção tireoidiana, infertilidade, etc. Todas estas condições podem ser explicadas pela desregularização do Mn no organismo devido ao glifosato.

Facts and Fallacies in the Debate on Glyphosate Toxicity (2017) Robin Mesnage e Michael N. Antoniou (83)

Intervenção estudada: Este artigo faz uma análise crítica ao estudo de Samsel e Seneff (82), com o objetivo de examinar a base probatória dos alegados efeitos adversos à saúde humana citados pelos autores.

Resultados: Descobriu-se que os autores empregam inadequadamente uma abordagem de raciocínio dedutivo baseada no silogismo e que suas conclusões não são suportadas pelas evidências científicas disponíveis. Assim, os mecanismos e a vasta gama de condições supostamente resultantes da toxicidade do glifosato apresentados são teorias não fundamentadas.

Conclusões/Recomendações: Embora haja a hipótese de que o glifosato possa perturbar o microbioma intestinal porque algumas bactérias possuem a via do chiquimato, as conclusões de Samsel e Seneff não são substantiadas por evidências experimentais, mas são baseadas em silogismos. Não há estudos científicos que estabeleçam uma ligação causal entre o glifosato e a maioria das doenças descritas.

Glyphosate, neurological diseases – and the scientific method (2015) Miguel A. Faria (84)

Intervenção estudada: Este artigo faz uma análise crítica ao estudo de Samsel e Seneff (82), com o argumento de que a associação entre o glifosato e a maioria das condições listadas pelos autores não estabelece uma relação de causa e efeito.

Resultados: A associação do glifosato aos problemas de saúde parece ser baseada em estatísticas populacionais, sem levar em consideração outras condições patológicas que cresceram na sociedade em sintonia com o uso do glifosato. Há uma lista diversificada de fatores, incluindo outros produtos químicos, condições sociais, ambientais, econômicas, resíduos industriais, entre outros, que poderiam ser responsáveis pelo aumento da incidência de doenças neurodegenerativas.

Conclusões/Recomendações: Os dados apresentados pelos drs. Samsel e Seneff não conseguem estabelecer uma associação definitiva entre o uso de glifosato ou o metabolismo do manganês e as condições por eles descritas. Não existe unanimidade quanto ao(s) culpado(s), portanto, é necessário empregar uma metodologia científica melhor e mais rigorosa, com acompanhamento a longo prazo. Os alimentos que presumivelmente contêm quantidades excessivas de glifosato precisam ser testados para confirmar se esse é realmente o caso e demonstrar danos teciduais e fisiológicos. E se o glifosato é encontrado nos alimentos processados, deve ser verificado se as bactérias intestinais benéficas são afetadas, causando deficiências nutricionais e outros problemas de saúde. Os estudos devem fazer comparações válidas e mostrar associações estatisticamente significativas, bem como dados verificáveis associando doenças específicas ao glifosato.

7.2 OUTRAS COMUNICAÇÕES

7.2.1 Focus on Nature XV



Figura 69 Exposição Focus on Nature XV. Roberson Museum e Science Center, Binghamton, Nova York

**CON
FIA**
2019

7th INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ILLUSTRATION
& ANIMATION
14-16 JUNE
VIANA DO CASTELO
PORTUGAL



Publisher / Editor: Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
Address / Morada: Vila Frescaíña, S. Martinho,
4750-810 Barcelos, Portugal

June 2019

ISBN: 978-989-54489-0-6

7th International Conference on Illustration and Animation

7 ed. Conferência Internacional em Ilustração e Animação

Editorial Design / Design Editorial · Cláudio Ferreira

Pagination / Paginação · Manuel Albino

Cover Design / Design da Capa · Jorge T. Marques

Printing (printed version) / Impressão (versão impressa): Norprint - *a casa do livro*

O uso da infografia na compreensão da divulgação científica

Marcela Gomes¹, Susana Loureiro² e Fernando Correia³

{marcelagomes, sloureiro, fernandojscorreia}@ua.pt

[Graphics and Infographics / Grafismos e Infografia]



Abstract

This work intends to demonstrate the positive influence that infographics, as a disciplinary tool in the understanding and interpretation of data resulting from a scientific investigation, can exert in the transmission of these contents to a diversified and less clarified public on these concrete topics. By transforming complex information into simple visual solutions, readers can construct mental models that more easily promote the understanding and recall of relevant information contained in scientifically disseminated texts. Firstly, a bibliographical research was carried out on the conceptual aspects that relate the scientific dissemination with the use of visual resources, as well as the informative, argumentative and pedagogical character of the infographics on emerging scientific topics. Afterwards through the construction of an infographic, it is analyzed its relevance in the understanding of the text in which it is inserted, by a non-specialized public in a clear and simple way.

Keywords

Scientific Communication,
Scientific Illustration,
Visual Language,
Infographics.

1. Introdução

Muitas das questões de maior importância em discussão na sociedade contemporânea estão direta ou indiretamente relacionadas ao conhecimento científico. A maior ou menor compreensão pelo público em geral é correlacionável com a maior ou menor eficiência demonstrada na difusão (termo que engloba, quer a disseminação, quer a divulgação) desses avanços científicos (1). A divulgação científica procura democratizar o acesso ao conhecimento científico, promovendo a integração consciente do cidadão comum no debate sobre temas científicos emergentes do quotidiano, ao mesmo tempo que procura debelar a iliteracia científica.

Considerando o papel importante que o progresso científico tem no pensamento humano, ter uma maior consciência do seu impacto direto sobre a vida individual e coletiva, bem como da influência, a curto e a longo prazo, sobre o futuro da humanidade, pode ajudar a construir tendências e mudanças de comportamento que maximizem a procura de soluções, adaptações e/ou mudanças face aos problemas que surgem no dia-a-dia de uma sociedade. Por isso é importante a divulgação de temas

científicos emergentes, uma vez que este conhecimento funciona como motor dos progressos científico-tecnológico e societal (2) (1).

Segundo Slough, McTigue e Correia (3) (1), a ciência e a comunicação estão intrinsecamente ligadas pois a ciência apenas progride quando as suas descobertas são disseminadas, compreendidas e validadas por outros membros da mesma área de investigação (pares) ou áreas afins (extra-pares) — o que constitui a comunicação de ciência *stricto sensu*. Dada a complexidade linguística científica que nem sempre resulta numa comunicação inteligível para quem não está enquadrado com o tema, torna-se necessária a simplificação do discurso científico para permitir que um número maior de pessoas possa compreendê-lo — e este é o propósito da divulgação científica (comunicação de ciência *lato sensu*). Assim sendo, a universalização e a democratização do conhecimento científico possibilitam que os públicos melhorem a perceção das problemáticas em causa, percebam melhor as potenciais soluções/implicações, fundamentem melhor as suas próprias ideias e, em consequência, tomem decisões mais racionalmente apropriadas.

Na maior parte dos meios de divulgação observa-se uma tendência generalizada para a tradução de parte da informação numa forma visual (gráfica), uma vez que assim se consegue resumir e simplificar uma quantidade maior de conceitos, tornando-os atrativos, mais legíveis e correlacionáveis, em suma, de mais fácil entendimento. Dennison (4) refere que a comunicação de ciência deve ser feita com recursos visuais pois o cérebro humano dedica grande parte do seu funcionamento ao processamento visual. A vantagem da utilização destes recursos é que reúne em si o compromisso equilibrado entre valores estéticos e informativos, comunicando além do conjunto de informações, ou seja, também emocionalmente (5). Assim, se o objetivo é procurar afetar o comportamento do leitor e contribuir para influenciar positivamente a formulação de uma melhor decisão, então os fatos codificados visualmente devem estar devidamente representados (honestos, rigorosos e cientificamente corretos e credíveis), por forma a permitir a edificação de ideias objetivamente conclusivas, bem como permitir que se possa criar uma empatia (5).

De acordo com Moses (6), os gráficos são vistos por 90% dos leitores, as fotos por 75%, os títulos por 56%, e somente 13% leem totalmente as notícias no jornal impresso. Ou seja, quando a informação noticiada é acompanhada por elementos visuais, a probabilidade de o leitor focar a sua atenção, mesmo que parcialmente, é três vezes maior. Visto que grande parte da atividade do nosso cérebro consiste em processar e analisar as imagens visuais, o recurso a diagramas, ilustrações, gráficos, fotografias e vídeos mostram-se operativa e funcionalmente mais atrativos em comparação com as manchas de texto. A interpretação visual dos resultados e conclusões científicas através da integração de ilustrações, textos e formas, facilita o entendimento e a exploração de novos conceitos e, consequentemente, intensifica e torna todo o processo de difusão de informação mais eficiente (7). No que diz respeito ao impacto das práticas humanas, uma melhor compreensão da informação além de promover o consumo de conteúdos científicos, possibilita que estes alcancem um

público mais vasto e menos esclarecido sobre estas temáticas, integrando a ciência na sociedade de um modo mais atrativo, simples e divertido.

A infografia enquanto recurso essencialmente gráfico para apresentar informação foi equacionada para que o leitor conseguisse fazer a melhor assimilação da informação, sem recorrer a explicações auxiliares. É produzida no intuito de comunicar uma mensagem que resulta de uma interpretação de dados (espaciais, cronológicos, quantitativos, narrativos), contextualizados visualmente através da integração e correlação de texto, imagens (fotografia, ilustrações, pinturas), figuras geométricas e signos. Podem ser utilizadas para simplificar temas de elevada complexidade nos processos de divulgação científica, contribuindo não só para maximizar a eficácia na assimilação/apreensão do conhecimento por um público não especializado, como ainda para salientar a importância do trabalho científico e tecnológico e da formação e integração de profissionais em comunicação de ciência nos projetos de difusão científica. Os elementos da infografia permitem destacar detalhes que de outra forma poderiam passar despercebidos ao leitor, o que a torna esteticamente mais eficaz, acessível e perceptível, fazendo dela um grande contributo para o ensino, aprendizagem e difusão de informação científica.

2. Metodologia e Métodos

Para a elaboração do infográfico foi definida a questão de pesquisa com base no fenómeno conhecido como o “declínio dos polinizadores”, que tem causado o desaparecimento a nível global de inúmeras colónias e espécies de abelhas. Os insetos polinizadores são responsáveis pelo sucesso reprodutivo de vários tipos de culturas agrícolas, contribuindo ainda para a manutenção da biodiversidade florística. A utilização incorreta e excessiva de produtos fitofarmacêuticos é apontada, pelos especialistas, como um dos principais fatores responsáveis pelo impacto negativo na produção agrícola. Por este motivo, optou-se por restringir os estudos que contextualizam o infográfico àqueles que vinculam o declínio da população das abelhas-europeias da espécie *Apis mellifera* ao herbicida glifosato, que é amplamente utilizado nos vários continentes.

Primeiramente, a componente científica foi abordada através de uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos revistos por pares e publicados em revistas indexadas. Definido o conteúdo, deve-se ponderar quais as informações mais pertinentes e de entre estas, quais poderão ser traduzidas em imagem para agilizar melhor o processo de veiculação informativa ao recetor. Seleccionadas estas informações, foi elaborado uma série de esboços rápidos que apresentassem os recursos necessários para estabelecer uma narrativa sobre este tema e explorar formas de enquadramento destes elementos - a abelha, o seu ciclo de vida, e a colmeia. Em uma fase de esboços maiores e mais complexos, já ressaltavam alguns tópicos que seriam representados na ilustração: os efeitos diretos incidindo sobre a alimentação e a locomoção das abelhas, sobre a longevidade da colmeia e, indiretos, sobre a floricultura e apicultura. Entretanto, a perspectiva dos objetos muito distante, com poucos detalhes e muita informação visual desnecessária, dificulta a assimilação do que é pertinente, acabando por constituir ruído.



artigo de divulgação científica, dos mesmo autores, na revista brasileira Mercado Rural, cujo perfil de público são todos os atores que atuam no sector agropecuário, onde se mostrou relevante no auxílio do entendimento e da interpretação dos dados.

Analisa-se no infográfico, a contextualização visual da interpretação de dados espaciais (localização física dos elementos), cronológicos (etapas do ciclo de vida de uma abelha), quantitativos (acumulação crescente de substâncias e ácaros) e narrativos (sequência dos acontecimentos, indicada por direcionadores de leitura).

Imagem 5. Artes-finais individualizadas de cada elemento.

Atende às funções da infografia segundo Horn (8), as quais uma notícia deverá responder a perguntas como: O quê?; Quem?; Quando?; Onde?; Como?; Porquê?; relatando o que aconteceu, com quem aconteceu, onde aconteceu, como aconteceu e quais as causas para ter acontecido.

Cumpra os princípios da divulgação da informação infográfica segundo Valero Sancho (9) e Smiciklas (10): tem significado independente; proporciona uma quantidade razoável de informação para a compreensão dos fatos; realiza funções de síntese ou complemento da informação escrita; proporciona uma sensação estética, que capta a atenção do leitor, aumentando a taxa de memorização.

O infográfico fornece informação adicional ao texto que acompanha, substituindo uma difícil descrição textual de todo o

processo de integração/ação do glifosato. Esta possibilidade de alfabetização visual atua como memória externa e promove a construção de modelos mentais espaço-analógicos, contribuindo para desenvolver as habilidades cognitivas de interpretação, análise e síntese, necessários para permitir a visualização e percepção de processos temporalmente muito lentos (ou muito rápidos), bem como favorecem uma melhor e mais completa compreensão do texto (11) (12).

Imagem 7. Revista Mercado Rural nº 29, dezembro de 2018, Belo Horizonte, Brasil



U m fenómeno conhecido mundialmente como "declínio das colmeias" tem causado o desaparecimento de milhões de colmeias de abelhas, produzindo a diminuição da polinização e comprometimento nos ecossistemas. A abelha melífera é essencial nos agroecossistemas e a polinização por ela é imprescindível para a produção agrícola mundial. No entanto, a polinização não ocorre de forma adequada em muitas regiões, o que pode ser devido a fatores como a contaminação das abelhas por pesticidas e a redução da diversidade de plantas que florescem em determinadas épocas do ano. A abelha melífera é uma espécie que necessita de uma diversidade de plantas para sobreviver e se reproduzir. A polinização é um processo essencial para a produção agrícola e a preservação dos ecossistemas. A abelha melífera é uma espécie que necessita de uma diversidade de plantas para sobreviver e se reproduzir. A polinização é um processo essencial para a produção agrícola e a preservação dos ecossistemas.

4. Discussão

A vantagem da utilização da infografia passa não só pelo seu lado estético, mas também pela sua ajuda na promoção do consumo de conteúdos informativos através de prova e evidências, legitimando publicamente as descobertas e resultados científicos mais preponderantes para a sociedade e facilitando a aquisição dos mesmos pelos seus consumidores. Além da função explicativa e pedagógica, a infografia assume um papel argumentativo, sustentando a ideia de uma mudança de pensamento, comportamentos/tendências e ações, sugerindo ou demonstrando os fatos necessários para que tais mudanças, por meio de ações individuais e coletivas, se efetivem no seio da sociedade (13) — ou seja, integrada na comunicação de ciência, mostra-se com valor convincente, interventivo e societal, relevante para a participação do cidadão na sociedade contemporânea.

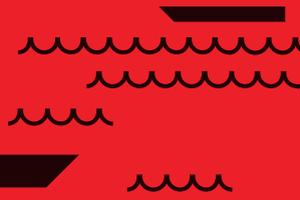
Referências

1. Correia, F. J. S. Comunicação de ciência: fundamentos e princípios, implicações e perspectivas. In: Comunicação de Ciência: das Universidades ao grande público (Correia, F. & Soares, A. Coord.) Ed. Afrontamento. Porto, pp. 21-65 (2019)
2. Goepfert, Winfried. Communicating and Popularizing Science. Forum II Programme Thematic Meetings : Unesco, p.6 (1999)
3. Slough, McTigue & Scott W. Introduction to the Integration of Verbal and Visual Information in Science Texts. Reading Psychology. Taylor & Francis Group, Vol. 31, pp. 206-212 (2010)
4. Dennison, Bill. Communicating science effectively to engage decision-makers. Latornell Conservation Symposium. Ontario, Canada (2010)
5. Moere, Ralph Lengler & Andrew Vande. Guiding the Viewer's Imagination: How Visual Rhetorical Figures Create Meaning in Animated Infographics. Barcelona, Spain: 13th International Conference on Information Visualisation. pp. 15-17 (2009)
6. Moses, Monica. Readers Consume What They See. Poynteronline (2002)
7. Ferreira, Nina M. C. P. De Melo. O Papel da Infografia na Compreensão da Investigação e Desenvolvimento (2013)
8. Horn, Robert E. Visual Language: Global Communication for the 21st Century. Washington: Macro VU (1998)
9. Sancho, José Luis Valero. La comunicación de contenidos en la infografía digital. Estudios sobre el Mensaje Periodístico. Vol. 16, pp. 469 - 483 (2010)
10. Smiciklas, Mark. The Power of Infographics: Using Pictures to Communicate and Connect With Your Audiences. USA: Que Publishing, p. 224 (2012)
11. Junior, João Batista Bottentuit. O infográfico e as suas potencialidades educacionais. Universidade de Sorocaba: IV Encontro Nacional de Hipertexto e Tecnologias Educacionais (2011)
12. Lencastre, Leonor. Leitura: a compreensão de textos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 406 (2003)
13. Souza, Juliana Alles de Camargo. Infográfico: modos de ver e ler ciência na mídia. São Paulo: Bakhtiniana, Vol. 11, pp. 190 - 206 (2016)
14. Burkhard, Remo Aslak. Learning from architects: the difference between knowledge visualization and information visualization. pp. 519- 524 (2004)

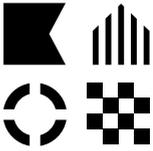
**CON
FIA**

2018

**INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ILLUSTRATION
& ANIMATION**



Publisher / Editor: Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
Address / Morada: Vila Frescaíña, S. Martinho,
4750-810 Barcelos, Portugal
July / Julho 2018
ISBN: 978-989-99861-6-9
6th International Conference on Illustration and Animation
6 ed. Conferência Internacional em Ilustração e Animação
Editorial Design / Design editorial · Cláudio Ferreira
Pagination / Paginação · Manuel Albino
Cover Design / Design da Capa · Jorge Marques



A Ilustração Científica como ferramenta sensibilizadora sobre os efeitos nocivos da exposição ao glifosato

Marcela Gomes¹, Susana Loureiro² e Fernando Correia³

{marcelagomes, sloureiro, fernandojcorreia}@ua.pt

[Ilustração / Illustration]

Keywords

Scientific Communication,
Scientific Illustration,
Infographics, Toxicology,
Agrochemicals,
Glyphosate.

Abstract

This paper aims to state the role played by Scientific Illustration in the perception of environmentally challenging events, by creating descriptive images that are disseminated to an audience that may be unaware of the environmental damage caused by certain human practices. The explored topic is pesticide exposure, with emphasis on the herbicide glyphosate. Results of different investigations were used to demonstrate the adverse effects of exposure to glyphosate in non-target organisms, with *Rattus norvegicus* as a case study for its physiological similarity to human beings. The integrative review of the experiments revealed that glyphosate formulations have deleterious properties that cause a wide range of developmental abnormalities in humans and other vertebrates. Through integration of discovered evidence, reproductive impairment and teratogenicity in *Rattus norvegicus* are portrayed in an infographic to raise awareness on potential effects to humans, their descendants and other animals, to reduce pesticide exposure and, consequently, to minimize the frequency of associated congenital defects and to encourage possible preventive actions.

1. Introdução

A percepção de que muitos dos produtos ou subprodutos resultantes das atividades humanas estão na base de muitas das alterações biológicas e/ou climáticas já é realidade e cada vez mais reúne um consenso científico mais alargado. No entanto, ainda são questões mobilizadoras e geradoras de controvérsia, com necessidade de erradicação através de ações de sensibilização, esclarecimento e consciencialização.

É aceite que a sustentabilidade e o progresso da ciência dependem enormemente da interação entre a comunidade científica e a consciência do grande público não especializado, promovendo o combate à iliteracia científica. Para este resultado é fundamental garantir um fácil, mas conciso e objetivo, acesso à informação já comprovada sobre temas que dizem respeito ao meio ambiente, saúde e bem-estar social, áreas em que o contributo da Comunicação Científica, com destaque na componente imagética (visual), tem desempenhado um papel de importância crucial. De fato, observa-se que nas últimas décadas as questões de caráter ambiental recorrem frequentemente à Ilustração Científica, enquanto fer-

ramenta com pendor educativo-pedagógico capaz de focalizar a atenção e facilitar o entendimento de matérias científicas complexas. Além disso, dadas as nossas características como uma espécie profundamente visual (1), as mensagens visuais demonstram possuir uma maior capacidade e potencial de penetração e disseminação, fazendo uso de uma variedade de meios de comunicação social, e contribuindo assim para uma melhor e mais consistente divulgação do conhecimento científico a um público mais abrangente e não especializado.

A Ilustração Científica é sobretudo uma imagem estrategicamente enfática, não-dúbia, facilmente perceptível e assimilável em termos cognitivos (2), com medidas exatas e uma abordagem destinada a ser o mais fiel possível ao assunto em questão (3). As informações transmitidas devem ser rigorosas e objetivas, onde são empregues capacidades técnicas e estéticas de observação para retratar um tema científico (4). O seu propósito é comunicar o conhecimento científico; desempenhando, portanto, uma função pedagógica-didática, para além de registar e difundir os resultados mais notórios da investigação científica, no desempenho de um papel fundamental para o avanço da ciência.

A abordagem promovida por este tipo de imagem evita que o fluxo de conhecimento se estagne nos centros de pesquisa científica, disseminando-o para a sociedade na generalidade (2). O ilustrador científico pode formatar mensagens sobre a forma de imagens estrategicamente construídas, representando práticas humanas que resultam em um impacto negativo no meio ambiente, com potencial para funcionar como um catalisador de conhecimento e conscientização. Para demonstrar a atividade da Ilustração Científica como veículo de conscientização, explorou-se neste artigo o problema mais amplo da exposição à agrotóxicos, com ênfase particular no herbicida glifosato e suas formulações.

Os herbicidas à base de glifosato, organofosforados sistémicos, são os principais herbicidas de amplo espectro e não-seletivos utilizados em praticamente todas as regiões geográficas mundiais para o controle de ervas daninhas anuais e perenes (5). O glifosato ganhou popularidade como sendo seguro e ambientalmente benigno por possuir rápida degradação e baixa mobilidade no solo. No entanto, sob certas circunstâncias particulares, pode ser lixiviado em águas de drenagem, superficiais ou subterrâneas, provando que organismos fora de alvo podem ser expostos através da água potável ou pela ingestão de plantas e animais contaminados. Os adjuvantes presentes nestes herbicidas podem também contribuir para essa toxicidade, por si só, ou em sinergismo com o ingrediente ativo.

Vários estudos clínicos constataam ou apontam para uma efetiva correlação entre os efeitos do glifosato no sistema endócrino e toda uma série de anomalias em uma ampla gama de espécies animais, desde invertebrados a grandes mamíferos (6). Existe grande incoerência entre os fatos científicos independentes e os propalados pela indústria, demonstrando grande interesse económico envolvido no tópico e, por outro lado, o quão necessário se torna atalhar e mitigar possíveis danos no entretanto. Por este motivo e pela variedade de efeitos adversos à saúde de pessoas que vivem em áreas onde o produto é amplamente utilizado, é necessário procurar validação com base

num corpus razoável de estudos independentes para se poder avaliar completamente os efeitos deste herbicida na saúde de organismos não-alvo.

Um crescente número de estudos toxicológicos que examinam diversas espécies de vida selvagem demonstra que a exposição a contaminantes ao longo dos anos é a causa principal que ameaça a viabilidade e sobrevivência de certas espécies, podendo levar à sua extinção, local ou de todo. Defeitos de nascimento, juntamente com deformidades e anormalidades cromossômicas são as principais causas de morte neonatal e pós-neonatal e têm um alto impacto social e econômico (7).

Com base em evidências de foro científico pretendeu-se criar uma peça comunicacional que congregue em si as principais alterações anatómicas desenvolvidas em *Rattus norvegicus* após exposição ao glifosato. Optou-se por restringir estes estudos aos que incidiram sobre *Rattus norvegicus*, enquanto objeto de estudo, dada a elevada semelhança fisiológica com os seres humanos — o que faz deles excelente modelo para melhor compreender os efeitos expectáveis na nossa própria espécie e em outros vertebrados. Esta infografia tem como maior objetivo sensibilizar o público para a problemática, ao apresentar as alterações anatómicas detetadas e alertar que estas também podem ocorrer no Homem e em outros animais, domésticos e/ou selvagens, muitos deles úteis para o primeiro.

2. Metodologia e Métodos

A revisão integrativa da literatura foi o método de pesquisa utilizado para responder ao objetivo deste estudo, que apresenta como vantagem a possibilidade de síntese e a análise do conhecimento científico já produzido em estudos anteriores sobre o tema investigado (10). Este método de pesquisa é caracterizado pela inclusão simultânea de pesquisa experimental, não-experimental, teórica e empírica, além de incorporar um vasto leque de propósitos: definição de conceitos, revisão de teorias e evidências, e análise de problemas metodológicos de modo a proporcionar uma maior variedade no processo de amostragem e conseqüentemente aumentando a profundidade e abrangência das conclusões da revisão. Facilita o processo de divulgação do conhecimento (12), ao tornar os resultados de pesquisas mais acessíveis.

As seis etapas percorridas para a elaboração da revisão integrativa foram aquelas elaboradas por Ursi e Galvão (13):

- 1- Definição da questão de pesquisa;
- 2- Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão na busca literária;
- 3- Definição das informações a serem extraídas dos estudos;
- 4- Avaliação dos estudos incluídos na revisão;
- 5- Interpretação dos resultados;
- 6- Síntese dos dados obtidos.

Na presente revisão integrativa, três artigos atenderam os critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: estudos experimentais ou semi-experimentais realizados em *Rattus norvegicus* ou vertebrados semelhantes, descrição da intervenção realizada, publicação dos últimos 30 anos e estudos

em língua portuguesa, inglesa ou espanhola. Foram excluídos os estudos experimentais que não citavam *Rattus norvegicus* ou outros vertebrados.

Destes extraíram-se os seguintes resultados que servirão de base para a criação de uma unidade comunicacional infográfica (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados passíveis de codificação infográfica.

(14)	Embriões de rãs e galinhas tiveram a atividade das proteínas que controlam o desenvolvimento dramaticamente reduzidas. Observou-se nos animais casos de ciclopsia, redução das vesículas óticas, catarata, encurtamento do tronco, microcefalia e microftalmia. Os resultados são análogos a malformações observadas em embriões de camundongos e humanos expostos ao glifosato durante a gravidez. Nestes observou-se também falha no desenvolvimento dos ouvidos -microtia e anotia-, subdesenvolvimento mandibular e fenda palatina.
(9)	As alterações esqueléticas mais frequentes em <i>Rattus norvegicus</i> foram disfunções na ossificação e anasarca. O crânio e a face obtiveram ossificação occipital e cervical incompleta e mandíbula curta; as costelas apareceram fundidas; a clavícula, as estérnebras, a escápula e o fêmur irregulares ou deformados e as vértebras cervicais desalinhasadas.
(10)	Os órgãos mais afetados em <i>Rattus norvegicus</i> foram o fígado (congestões, disfunção hepática e necrose), o coração, o trato digestivo e principalmente os rins (necrose e degeneração inflamatória).

Para a elaboração das ilustrações, foi utilizada a aplicação informática Adobe Photoshop, onde foram realizados todos os passos, desde esboços preliminares até a arte final de acordo com as seguintes etapas:

3. Resultados

Foi colocada em prática uma abordagem visual infográfica, hibridizando duas abordagens visuais distintas:

- uma mais realista e que incorporou várias subunidades visuais expondo cortes e transparências da anatomia interna capazes de mostrar as disfunções morfológicas apontadas na revisão integrativa.
- a representação de *Rattus norvegicus* foi propositadamente realizada de forma que acentuasse um carácter simpático e expressivo, capaz de

Imagem 1. Desenho preliminar do modelo animal saudável, consistido apenas por linhas de contorno, resultado de vários ensaios exploratórios até se conseguir a visualização ideal da espécie dentro do contexto explorado.

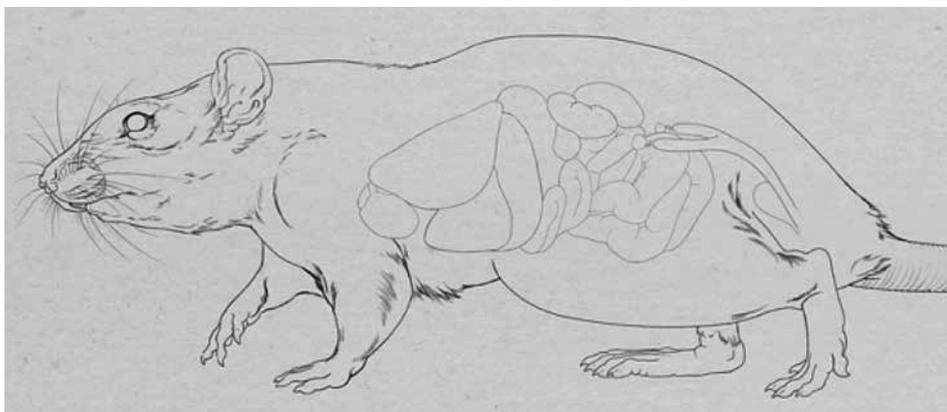


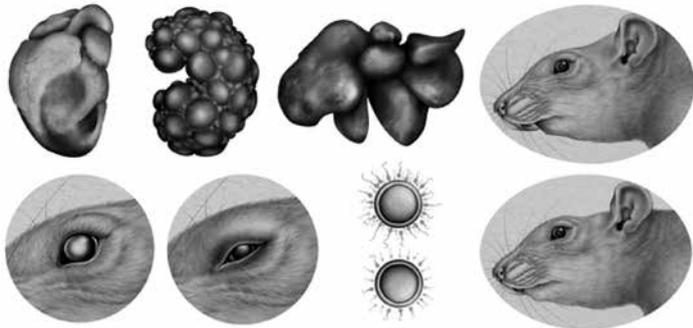


Imagem 2. Preenchimento do modelo animal com tons de cinza, aderindo valores, sombreado, profundidade e texturas, adicionando um efeito tridimensional à imagem.

gerar ligações empáticas e assim descartar qualquer tipo de rejeição a esta espécie pela sua associação a algumas conotações negativas, sendo visto como praga e transmissor de doenças. Desta forma, tornando-o mais agradável ao olhar de um público não-especialista, pretende-se concentrar toda a atenção nas alterações anatómicas cujas origens estão cientificamente correlacionadas com o contacto com o herbicida.

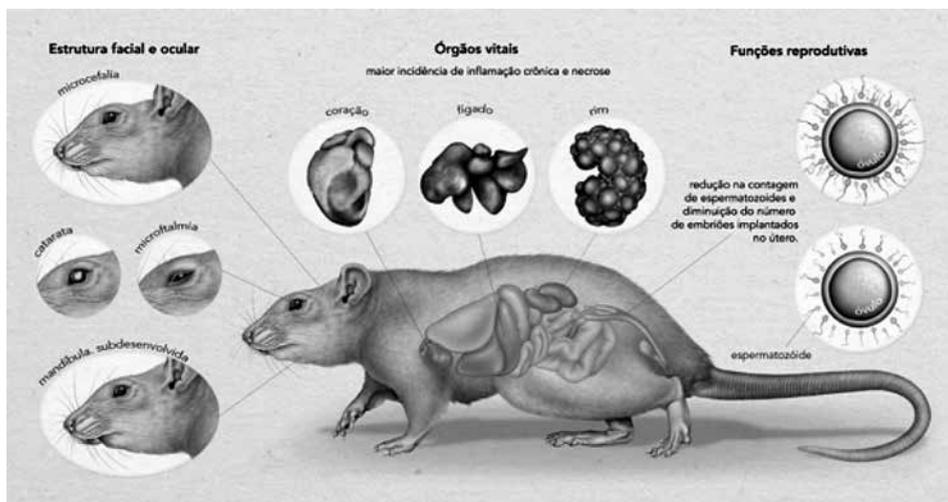
Com este modelo animal, procura-se também evitar o constrangimento causado pela identificação direta destas malformações em fetos ou seres humanos juvenis ou adultos. Este animal funciona assim como um “vetor gráfico” que proporcione uma fácil leitura, estimule a curiosidade, catalisando a compreensão e assimilação de contextos informativos com uma cientificidade já trabalhada, despertando a sensibilidade no público para a problemática, sem descuidar o rigor científico e/ou entrar em choque direto.

Imagem 3. Seleção e representação visual dos resultados que incorporam os dados mais significantes obtidos na revisão integrativa, sendo eles os danos reprodutivos, as malformações craniofaciais e óticas e os órgãos mais afetados.



4. Discussão

Sem descurar da necessidade de aprofundamento das pesquisas científicas acerca das implicações do glifosato sobre organismos vivos, é importante salientar que as reavaliações técnicas das substâncias que compõem



os agrotóxicos são complexas e demandam tempo e independência de seus operadores. Muito embora o glifosato seja amplamente utilizado no mundo inteiro, utilização essa liderada pelo Brasil, vários países estão se mobilizando para a necessidade de sua restrição e/ou suspensão, ciosos de suas implicações deletérias no meio ambiente e na vida dos seres vivos. Devido à importância económica dos herbicidas por aumentar a produção de culturas em todo o mundo, a fim de obter os efeitos benéficos deste recurso sem poluir o meio ambiente e sem deixar resíduos em fontes alimentares e de água, a compreensão e fácil assimilação do conhecimento sobre o assunto permite desenvolver estratégias de prevenção e minimizar os efeitos provenientes da exposição. A infografia mostrou ser uma unidade comunicacional estratégica e eficaz, com o suficiente potencial para cumprir a missão e objetivos inicialmente delineados. Uma infografia semelhante foi publicada na revista brasileira Mercado Rural, especializada em agronegócios de distribuição gratuita dirigida a um público composto em sua maioria por produtores rurais, empresários, executivos, zootecnistas, veterinários, agrônomos, criadores e demais interessados no agronegócio brasileiro (Anexo 1).

Na era da informação instantânea e da disseminação de fatos e versões às vezes contraditórias, compete à Ilustração Científica o papel de relevada importância enquanto ferramenta visual com elevado potencial de esclarecimento, disseminação de alertas e informações-chave, e consequente divulgação dos factos e resultados científicos mais recentes e fidedignos, segmentando a mensagem científica em construtos imagéticos de fácil assimilação, mesmo que por indivíduos de setores da população onde a iliteracia científica é recorrente. Em última instância, a utilização da Ilustração Científica no processo de aprendizagem e investigação constitui um progresso cultural e sociológico, ao complementar a informação escrita e fomentar o diálogo entre os centros de pesquisa e os múltiplos sectores sociais, direta ou indiretamente deles dependentes (2).

Imagem 4. Resultado final da infografia.

Anexo 1.

Artigo publicado
na edição de Março
de 2018 da Revista
Mercado Rural, Belo
Horizonte, Brasil (15).

Glifosato

Afinal quão perigoso é?

f. sabido que o progresso da ciência depende em grande parte da interação entre a comunidade científica e a consciência do público e dos centros decisores. Essa tarefa é alcançada facilitando o acesso a informações científicas já comprovadas, incidentes sobre o meio ambiente, a saúde e o bem-estar social.

Muitos produtos resultantes de atividades humanas estão na base de algumas alterações biológicas e/ou climáticas com comprovado impacto negativo nas três vertentes citadas. No entanto, são questões gradativas de controvérsia a nível social e que precisam ser eradicadas através de ações do esclarecimento, de sensibilização e de conscientização. Este artigo tem a importante função de melhor comunicar e informar, além de chamar a atenção para a necessidade de se aprofundarem as pesquisas científicas acerca das substâncias que compõem os agrotóxicos.

Os herbicidas à base do glifosato são os mais utilizados no mundo inteiro e têm utilização liderada pelo Brasil. Vários países estão atentos à necessidade de sua restrição ou suspensão, uma vez que conhecem sobre as suas implicações no meio ambiente e na vida dos seres vivos. Após a sua aplicação, o glifosato pode ser degradado rapidamente no ambiente, mas pode ser igualmente es-

coado em águas superficiais ou até lixiviado, entrando no subsolo. O fato pode representar um perigo para as atividades agrícolas e pecuárias, seja através da contaminação de água ou pela ingestão de plantas contaminadas.

Vários estudos clínicos apontam para uma relação estreita entre estas substâncias tóxicas e uma série de anomalias detectadas em várias espécies de animais. Por exemplo, a exposição durante o desenvolvimento fetal desses animais pode levar a deficiências funcionais, anomalias estruturais ou à morte da cria antes mesmo de nascer.

Para estudar os efeitos de compostos químicos, como é o caso do glifosato, em seres humanos e outros animais com valor económico, são utilizados outros vertebrados como modelo de espécie. Como estes modelos animais exibem uma elevada semelhança fisiológica e/ou anatómica com o homem ou com o gado de que depende

para se alimentar, os resultados observados nesses ensaios não ser também ai observados. Um desses modelos animais são os roedores, nomeadamente os ratos.

De acordo com vários artigos científicos credíveis, a exposição ao glifosato pode prejudicar os rins (sistema excretor), o coração (sistema circulatório), os pulmões (sistema respiratório), o fígado (sistema hepático), o sistema hematopoiético e reprodutivo, com redução na quantidade de espermatozoides, diminuição do número de embriões que são capazes de se implantar no útero e ainda um aumento da mortalidade fetal, o que leva a um decréscimo acentuado do nascimento de crias e um aumento exponencial de doenças.

Marcela Gomes, Susana Loureiro e Fernando Correia
Departamento de Biologia,
Universidade de Aveiro, Portugal

28 | MARÇO 2018 | Mercado Rural

Referências

1. Elgin, D.: The Self-Guiding Evolution of Civilizations. Systems Research and Behavioral Science 20, pp. 323--337 (2002)
2. Correia, F.: A ilustração científica: "santuário" onde a arte e a ciência comungam. Visualidades, [S.l.], v. 9, n. 2 (2012)
3. Male, A.: Illustration, a theoretical and contextual perspective. Bloomsbury Publishing, 2nd ed (2017)
4. Hodges, E.R.S.: The Guild Handbook of Scientific Illustration. New York: John Wiley & Sons. 2nd ed. (2003)
5. Perez, G.P., Vera M.S., Miranda L.: Effects of Herbicide Glyphosate and Glyphosate Based Formulations on Aquatic Ecosystems. In: Kortekamp A.(eds.), Herbicides and Environment, InTech Europe, pp. 343--368. (2011)

6. Mensah, P.K., Palmer, C.G., Odume, O.N.: Ecotoxicology of Glyphosate and Glyphosate-Based Herbicides - Toxicity to Wildlife and Humans. In: Toxicity and Hazard of Agrochemicals, Larramendi M. (eds.), InTech, 93-112. (2015)
 7. Bertollini, R., Pagano, M., Mastroiacovo, P.: What is human teratogen: clinical and epidemiological criteria. *Ann Ist Super Sanita*, 29: pp. 97--104. (1993)
 8. Vendômois, J.S., Roullier, F., Cellier, D., Séralini, G.: A Comparison of the Effects of Three GM Corn Varieties on Mammalian Health. *International Journal of Biological Sciences* vol. 5: pp.706--26 (2009)
 9. Daruich, J., Zirulnik, F., Gimenez, M.S: Effect of the Herbicide Glyphosate on Enzymatic Activity in Pregnant Rats and Their Fetuses. *Environmental Research*, vol. 85, issue 3, pp. 226--231 (2001)
 10. Dallegrave, E., Mantese, F.D., Coelho, R.S., Pereira, J.D., Dalsenter, P.R., Langeloh, A.: The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. *Toxicology Letters* 142, pp. 45--52 (2003)
 11. Séralini, G.E., Clair, E., Mesnage, R., Gress, S., Defarge, N., Malatesta, M., Hennequin, D., Vendômois, J.S.: Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe*, (2014)
 12. Broome, M.E.: Integrative literature reviews for the development of concepts. *Concept Dev Nursing*, in: Rodgers, B.L., Knaf, K.A., (eds.), WB Saunders Co, Philadelphia, PA.: pp. 231--250 (1993)
 13. Dal, K., Mendes, S., Cristina, C., Silveira, P., Galvão, C.M.: Revisão integrativa: método e pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto Contexto Enferm, Florianópolis*, vol. 17, nº 4, pp. 758--64 (2008)
 14. Ursi, E.S., Gavão, C.M.: Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura. *Rev. Latino-am Enfermagem*, 14(1): pp. 124--31 (2006)
 15. Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., López, S.L., Carrasco, A.E.: Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chemical Research in Toxicology*, 23(10): pp. 1586--95 (2010)
 16. Gomes, M., Loureiro, S., Correia, F.: Glifosato - afinal quão perigoso é? *Revista Mercado Rural* 26, Belo Horizonte, pp. 28 (2018).
- Disponível em: <https://issuu.com/revistamercadorural/docs/marco2018>