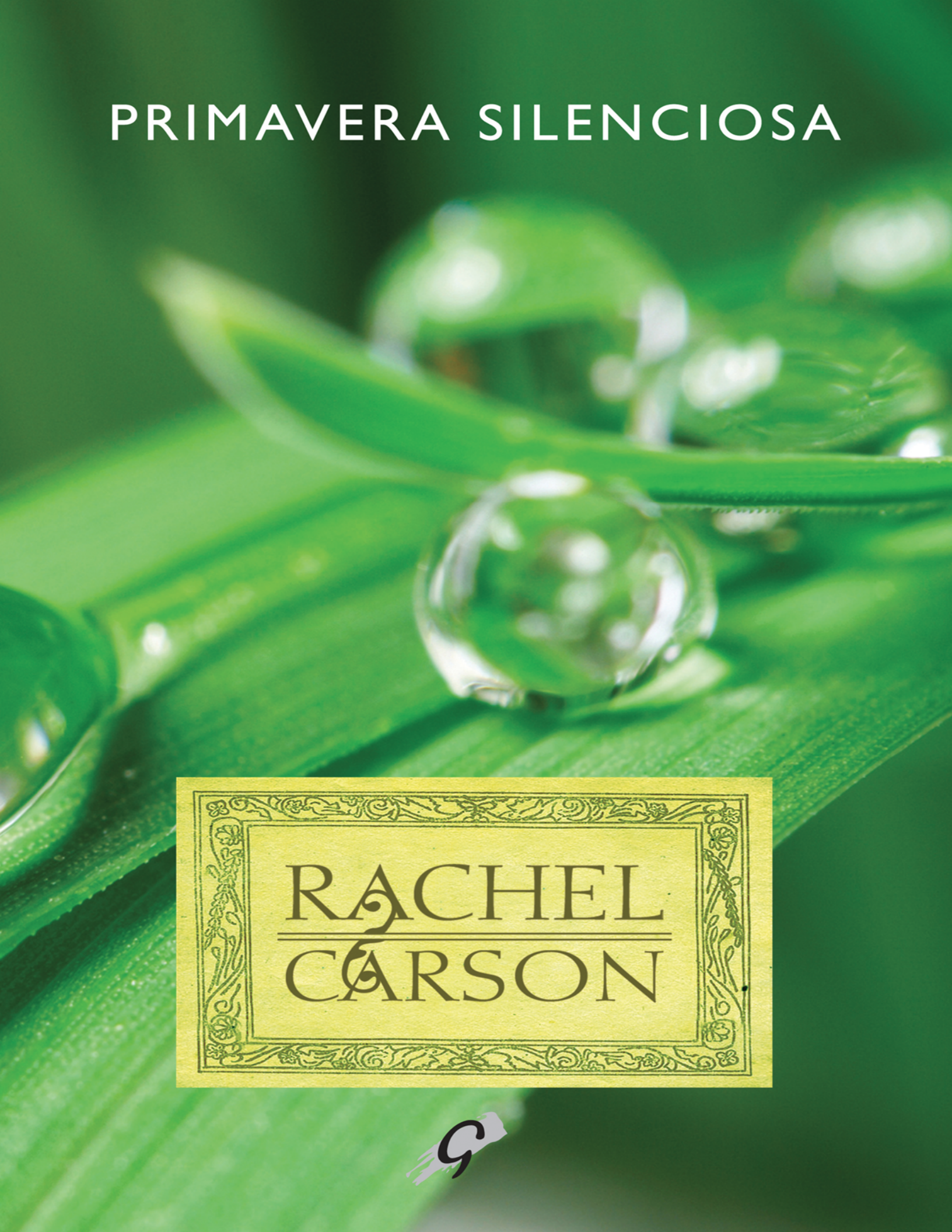
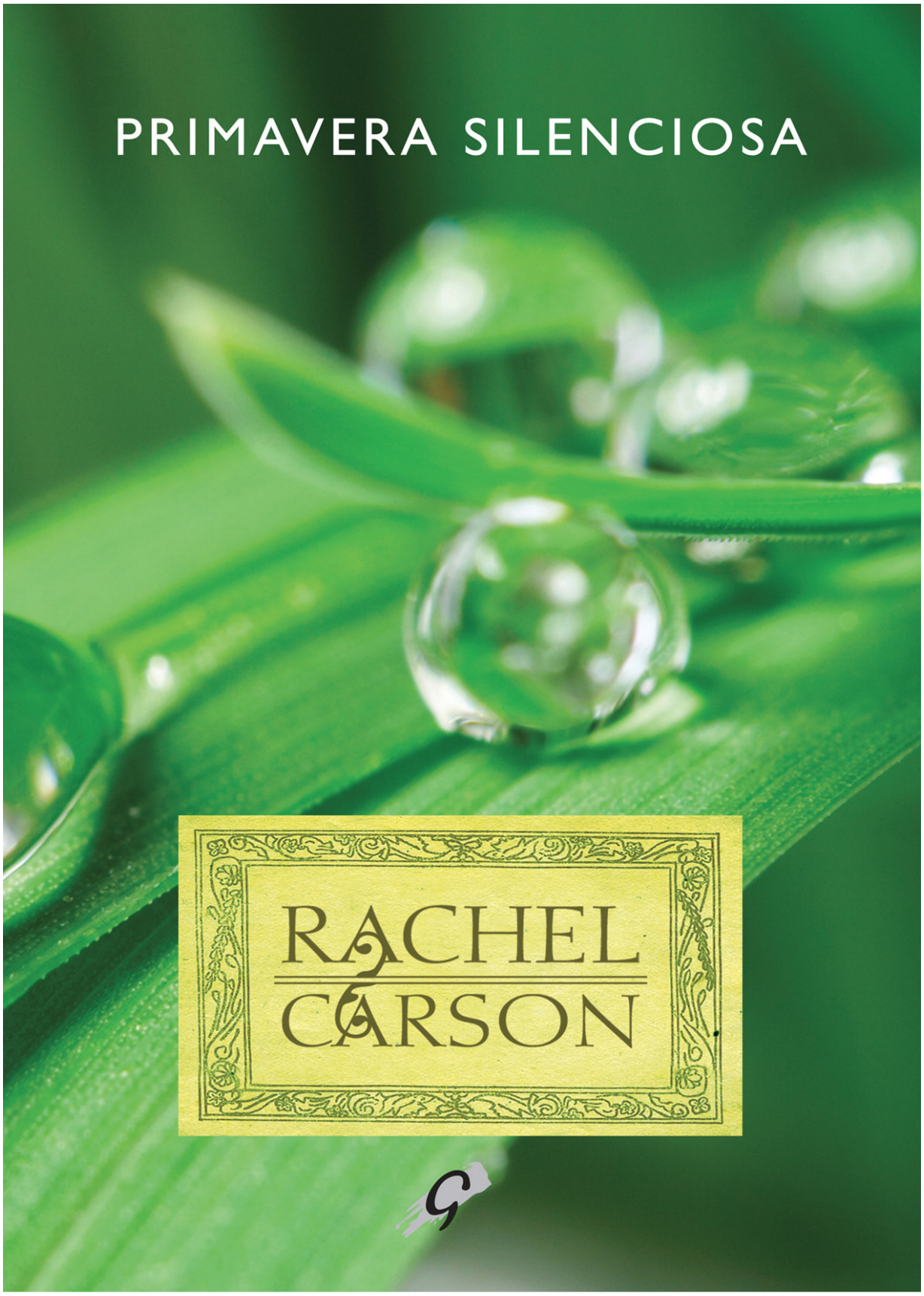
# PRIMAVERA SILENCIOSA



RACHEL CARSON

# PRIMAVERA SILENCIOSA



RACHEL CARSON

# Primavera silenciosa

Rachel Carson

1ª edição digital
São Paulo
2013

Editora Gaia

A **Albert Schweitzer**, que disse:

“O ser humano perdeu a capacidade de prever e de prevenir. Ele acabará destruindo a Terra.”.

## Nota da autora

Não quis sobrecarregar o texto com notas de rodapé, mas entendo que muitos de meus leitores irão querer se aprofundar em alguns dos assuntos que discuti. Por isso decidi incluir uma lista com as minhas principais fontes de informação, organizadas por capítulo e página, em um apêndice que pode ser encontrado no fim do livro.

R. C.

Os juncos secaram às margens do lago. E nenhum pássaro canta.

Keats

Sou pessimista quanto à raça humana, porque ela é tão engenhosa que acaba se voltando contra si mesma. Nosso modo de lidar com a natureza é obrigá-la à submissão. Teríamos mais possibilidades de sobrevivência se nos acomodássemos a esse planeta e o encarássemos com apreço, e não de modo cético e ditatorial.

E. B. White

# Agradecimentos

EM UMA CARTA escrita em janeiro de 1958, Olga Owens Huckins me contou de sua amarga experiência de um pequeno mundo que se tornou sem vida e, assim, chamou novamente a minha atenção, de maneira penetrante, para um problema com o qual eu estava há muito preocupada. Percebi, então, que devia escrever este livro.

Durante os anos que se passaram desde aquela ocasião, recebi ajuda e encorajamento de tantas pessoas que não é possível nomear a todas. Aqueles que compartilharam espontaneamente comigo os frutos de muitos anos de experiência e estudo representam uma ampla variedade de instituições governamentais nos Estados Unidos e em outros países, muitas universidades e instituições de pesquisa, além de muitas profissões. A todos eles, expresso meus mais profundos agradecimentos pelo tempo e pelas ideias tão generosamente concedidos.

Minha especial gratidão vai também para aqueles que devotaram seu tempo para ler trechos do manuscrito e oferecer comentários e críticas baseados em seu próprio conhecimento especializado. Embora a responsabilidade final pela exatidão e validade do texto seja minha, eu não poderia ter completado o livro sem a generosa ajuda desses especialistas: L. G. Bartholomew, M.D., da Clínica Mayo; John J. Biesele, da Universidade do Texas; A. W. A. Brown, da Universidade do Oeste de Ontário; Morton S. Biskind, M.D., de Westport, Connecticut; C. J. Briejer, do Serviço de Proteção às Plantas, da Holanda; Clarence Cottam, da Fundação Rob e Bessie Welder em Defesa da Vida Selvagem; George Crile, Jr., M.D., da Clínica Cleveland; Frank Egler de Norfolk, Connecticut; Malcolm M.

Hargraves, M.D., da Clínica Mayo; W. C. Hueper, M.D., do Instituto Nacional do Câncer; C. J. Kerswill, do Conselho de Pesquisa de Pesca do Canadá; Olaus Murie, da Sociedade de Proteção à Natureza Selvagem (Wilderness Society); A. D. Pickett, do Departamento de Agricultura do Canadá; Thomas G. Scott, do Centro de Pesquisas de História Natural de Illinois; Clarence Tarzwell, do Centro Taft de Engenharia Sanitária e George J. Wallace, da Universidade Estadual de Michigan.

Todo escritor de um livro baseado em muitos fatos diversos deve muito à habilidade e à prestimosidade dos bibliotecários. Tenho semelhante dívida para com muitos bibliotecários, sobretudo Ida K. Johnston, da Biblioteca do Departamento do Interior e Thelma Robinson, da Biblioteca do Instituto Nacional de Saúde.

Na qualidade de meu editor, Paul Brooks prestou-me contínuo encorajamento ao longo dos anos e ajustou, de muito boa vontade, seus planos a adiamentos e atrasos. Por esse motivo, e por seu hábil discernimento editorial, sou-lhe eternamente grata.

Recebi a assistência competente e dedicada na vasta tarefa de pesquisa em bibliotecas por parte de Dorothy Algire, Jeanne Davis e Bette Haney Duff. E jamais conseguiria ter completado a tarefa, em circunstâncias muitas vezes difíceis, se não fosse a ajuda fiel de minha governanta, Ida Sprow.

Finalmente, devo reconhecer meu imenso débito com várias pessoas, muitas das quais não conheço pessoalmente, mas que, não obstante, fizeram que a redação deste livro parecesse valer a pena. Refiro-me às pessoas que primeiro protestaram contra o imprudente e irresponsável envenenamento do mundo que os seres humanos compartilham com todas as outras criaturas, e que estão travando ainda agora milhares de pequenas batalhas que, no fim, trarão a

vitória da lucidez e do bom senso em nossa acomodação ao mundo que nos cerca.

RACHEL CARSON

# Introdução

*Linda Lear*

AS MANCHETES DO *New York Times* em julho de 1962 expressaram o sentimento nacional: "A *Primavera silenciosa* se transformou em um verão ruidoso". Nos poucos meses entre a publicação em série de *Primavera silenciosa* pela revista *New Yorker* em junho e sua publicação na forma de livro em setembro, o alerta de Rachel Carson desencadeou um debate nacional sobre o uso de pesticidas químicos, a responsabilidade da ciência e os limites do progresso tecnológico. Quando Carson morreu, menos de um ano e meio mais tarde, na primavera de 1964, aos 56 anos de idade, havia dado partida a uma série de eventos que resultariam na proibição da produção doméstica do DDT e na criação de um movimento popular exigindo a proteção do meio ambiente por meio de regras estaduais e federais. O livro de Carson deu início a uma transformação na relação entre os seres humanos e o mundo natural, e incitou o despertar da consciência pública ambiental.

É difícil se lembrar do clima cultural com que *Primavera silenciosa* foi recebido e entender a fúria que se precipitou contra a sua calma e decidida autora. A tese de Carson de que estávamos nos submetendo ao lento envenenamento pelo mau uso de pesticidas químicos que poluíam o meio ambiente pode parecer trivial agora, mas em 1962 *Primavera silenciosa* concentrava o cerne da revolução social. Carson escreveu em um tempo de nova abundância e de intenso conformismo social. A Guerra Fria, com seu clima de suspeição e intolerância, estava em seu zênite. A indústria química, uma das

principais beneficiárias da tecnologia do pós-guerra, era também uma das principais autoras da prosperidade nacional norte-americana. O DDT possibilitou a vitória sobre as pragas de insetos na agricultura e as velhas doenças transmitidas por insetos tão certamente quanto a bomba atômica destruíra os inimigos militares dos Estados Unidos e alterara dramaticamente o equilíbrio de poder entre os seres humanos e a natureza. A população atribuía aos químicos, trabalhando em seus aventais brancos engomados em remotos laboratórios, uma sabedoria quase divina. Os resultados de seu trabalho eram ornamentados com a presunção de beneficência. Nos Estados Unidos do pós-guerra, a ciência era Deus, e a ciência era masculina.

Carson era alguém de fora, alguém que nunca fizera parte das instituições científicas. Primeiro, porque era mulher, mas também porque seu campo de predileção, a biologia, não era muito valorizado na era nuclear. A carreira de Carson não havia seguido um rumo tradicional; ela não tinha filiações acadêmicas, nenhuma voz institucional. Escrevia deliberadamente para o público e não para uma pequena plateia de cientistas. Para qualquer outra pessoa, essa independência teria sido tremendamente prejudicial. Mas, quando *Primavera silenciosa* foi publicado, a situação de Carson como "forasteira" se tornou uma nítida vantagem. Como as instituições científicas iriam descobrir, era impossível demiti-la.

Rachel Carson descobriu pela primeira vez a natureza na companhia de sua mãe, uma entusiasta do movimento de estudos da natureza. Ela percorria as margens do rio Allegheny na pequena e primitiva vila de Springdale, na Pensilvânia, ao norte de Pittsburgh, observando a fauna selvagem e as plantas a seu redor. Interessava-se especialmente pelos hábitos dos pássaros.

A sua infância, embora isolada pela pobreza e pelos tumultos familiares, não havia sido solitária. Ela adorava ler e exibia um óbvio talento para a escrita, tendo publicado sua primeira história em uma revista de literatura infantil aos dez anos de idade. Quando entrou na Faculdade da Pensilvânia para mulheres (atual Chatham College), ela já havia lido muito da tradição romântica inglesa e formado um senso pessoal de missão, sua "visão esplêndida".[1] Uma professora dinâmica de zoologia expandiu seus horizontes intelectuais incentivando-a a dar o ousado passo de se especializar em biologia e não em língua inglesa. Ao fazê-lo, Carson descobriu que a ciência não apenas a interessava como lhe dava "algo a respeito do quê escrever". Ela decidiu seguir carreira em biologia, consciente de que na década de 1930 havia poucas oportunidades para as mulheres.

Graças a uma bolsa, pôde estudar no Laboratório Biológico Marinho de Woods Hole, onde se apaixonou pelo mar, e na Universidade Johns Hopkins, onde ficou isolada, uma entre um pequeno grupo de mulheres na biologia marinha. Não teve mentores nem dinheiro para continuar na Universidade depois de completar um mestrado em zoologia em 1932. Durante algum tempo, trabalhou como assistente de laboratório na escola de saúde pública, onde teve a sorte de receber algum treinamento em genética experimental. Como as oportunidades de emprego na área de ciências estavam diminuindo, ela começou a escrever artigos sobre a história natural da baía de Chesapeake para o *Baltimore Sun*. Embora aqueles fossem anos de luta financeira e emocional, Carson percebeu que não precisava escolher entre a ciência e a escrita, e que tinha talento para trabalhar em ambos.

Desde a infância, Carson se interessara pela história da Terra, seus padrões e ritmos, seus mares antigos, suas formas de vida em evolução. Ela era ecologista — fascinada pelas interseções e

conexões, mas sempre consciente do todo — antes que essa forma de ver as coisas recebesse legitimação acadêmica. Uma concha fóssil que ela encontrou ao escavar as montanhas junto ao Allegheny quando criança evocou-lhe perguntas sobre as criaturas dos oceanos que haviam outrora coberto a região. Na Johns Hopkins, uma experiência com alterações na salinidade da água em um tanque de enguias levou-a a estudar o ciclo de vida daqueles peixes ancestrais que migraram dos rios continentais para o mar dos Sargaços. O desejo de entender o mar de uma perspectiva não humana levou-a a seu primeiro livro, *Under the Sea-Wind*, que apresentava uma ave marinha comum, o pilrito-das-praias, cujo ciclo de vida, impulsionado por instintos ancestrais, ritmos das marés e procura por alimento, envolve uma árdua jornada da Patagônia ao Círculo Ártico. Desde o início, Carson reconheceu a sua "afinidade com outras formas de vida" e sempre escreveu para transmitir essa relação a seus leitores.

Carson defrontou-se com o problema da poluição ambiental em um período formativo da vida. Durante sua adolescência, a segunda onda da revolução industrial estava transformando a região de Pittsburgh em uma capital do ferro e do aço do mundo ocidental. A pequena cidade de Springdale, espremida entre duas grandes usinas elétricas alimentadas a carvão, foi transformada em um deserto imundo, seu ar, contaminado por emanações químicas e o rio, poluído com lixo industrial. Carson mal podia esperar para escapar. Observou que os capitães da indústria não reparavam na contaminação de sua cidade natal e não se responsabilizavam por ela. Essa experiência fez que ela se tornasse sempre desconfiada de promessas de "uma vida melhor por meio da química" e alegações de que a tecnologia iria criar um mundo cada vez melhor.

Em 1936, Carson arranjou um emprego de meio período como redatora de *scripts* de rádio sobre a vida marinha no Departamento Federal de Pesca, em Baltimore. À noite ela escrevia artigos como *freelance* para o *Baltimore Sun*, descrevendo a poluição dos viveiros de ostras de Chesapeake pelo escoamento industrial; clamava por mudanças no cultivo de ostras e nas práticas de escavação, e também pela regulamentação política dos esgotos despejados na baía. Assinava seus artigos como "R. L. Carson", esperando que os leitores presumissem que o autor era homem e, assim, levassem seus conhecimentos científicos a sério.

Um ano mais tarde, Carson se tornou bióloga aquática iniciante no Departamento de Pesca, uma das duas únicas mulheres profissionais ali, e iniciou uma lenta mas constante escalada na hierarquia da instituição, que se transformou no Serviço de Peixes e Vida Selvagem dos Estados Unidos em 1939. Seus talentos literários logo foram reconhecidos, e ela era escolhida para revisar os relatórios de campo de outros cientistas, tarefa que transformou em oportunidade de ampliar seus conhecimentos científicos, aprofundar sua ligação com a natureza e observar a formulação de políticas científicas. Em 1949, já era redatora-chefe de todas as publicações da instituição, escrevendo sua própria célebre série sobre o novo sistema de proteção da fauna selvagem norte-americana e participando de conferências entre instituições sobre os últimos desenvolvimentos da ciência e da tecnologia.

As responsabilidades governamentais fizeram que o ritmo dos escritos pessoais de Carson se reduzisse. Ela levou dez anos para sintetizar sua mais recente pesquisa sobre oceanografia, mas a perseverança valeu a pena. Ela se tornou uma celebridade literária da noite para o dia quando *O mar que nos cerca* foi publicado em série pela revista *The New Yorker* em 1951. O livro recebeu muitos

prêmios, inclusive o National Book Award na categoria de não ficção, e Carson foi eleita para a Academia de Artes e Letras dos Estados Unidos. Ela recebeu elogios não apenas por seus conhecimentos científicos e síntese do vasto material, mas também por seu estilo lírico e poético. *O mar que nos cerca* e seu sucessor, o *best-seller The Edge of the Sea* fizeram de Carson a principal escritora de ciências nos Estados Unidos. Ela percebeu que havia uma profunda necessidade de escritores que escrevessem relatos e interpretações sobre o mundo natural. Leitores de todo o mundo encontravam conforto em suas claras explicações de complexos dados científicos, em sua descrição da criação dos mares e seu evidente amor pelas maravilhas da natureza. A voz dela era uma voz confiável em um mundo eivado de incertezas.

Sempre que falava em público, contudo, ela percebia novas tendências ameaçadoras. “Intoxicada com a sensação de seu poder”, escreveu ela, “[a humanidade] parece estar se envolvendo cada vez mais em experiências de destruição de si própria e de seu mundo.” Ela temia que a tecnologia estivesse avançando em uma trajetória mais rápida do que o senso de responsabilidade moral da humanidade. Em 1945, ela tentou despertar o interesse do *Reader’s Digest* para as provas alarmantes dos danos ambientais causados pelo uso disseminado do novo produto químico sintético, o DDT, e outros pesticidas agrícolas de longa ação residual. Já por volta de 1957, Carson acreditava que essas substâncias químicas eram potencialmente danosas, a longo prazo, à saúde de todo o biota. A poluição do meio ambiente devido ao uso exagerado de produtos químicos tóxicos era o ato supremo da *hubris* humana, fruto da ignorância e da cobiça, contra o qual ela se sentia compelida a testemunhar. Ela insistia em que o que a ciência concebeu e a tecnologia tornou possível devia ser primeiro avaliado quanto à

segurança e ao benefício de “toda a corrente da vida”. “Não haveria paz para mim”, escreveu ela a um amigo, “se eu ficasse calada.”

*Primavera silenciosa*, o produto de sua inquietude, desafiou deliberadamente a sabedoria de um governo que permitia que substâncias tóxicas fossem lançadas no meio ambiente antes de saber as consequências de seu uso a longo prazo. Escrevendo em uma linguagem que todos entendiam e usando inteligentemente o conhecimento do público das radiações atômicas como ponto de referência, Carson descreveu como os inseticidas à base de hidrocarbonetos clorados e fósforo orgânico alteravam os processos celulares das plantas, animais e, por implicação, dos seres humanos. A ciência e a tecnologia, denunciava ela, haviam-se tornado servas da corrida da indústria química em busca de lucros e do controle dos mercados. Em vez de proteger a população de danos potenciais, o governo não apenas dava sua aprovação a esses novos produtos como o fazia sem estabelecer nenhum mecanismo de prestação de contas. Carson questionava o direito moral do governo de deixar seus cidadãos desprotegidos diante de substâncias que eles não poderiam evitar fisicamente nem questionar publicamente. Essa arrogância insensível só poderia levar à destruição do mundo vivo. “Será que alguém acredita que é possível lançar tal bombardeio de venenos na superfície da Terra sem torná-la imprópria para toda a vida?”, perguntava ela. “Eles não deviam ser chamados de ‘inseticidas’, e sim de ‘biocidas’.”

Em *Primavera silenciosa*, e depois em depoimento a uma comissão do Congresso, Carson assegurou que um dos direitos humanos mais básicos deveria ser o “direito do cidadão de estar protegido em seu lar contra a intrusão de venenos aplicados por outras pessoas”. Por ignorância, cobiça e negligência, o governo permitira que “substâncias químicas venenosas e biologicamente potentes” caíssem

“indiscriminadamente nas mãos de pessoas ampla ou totalmente ignorantes de seu potencial de danos”. Quando a população protestava, recebia “pílulas calmantes de meias-verdades” como resposta de um governo que se recusava a assumir a responsabilidade pelos danos ou reconhecer as provas de sua existência. Carson desafiou essa ausência de moral. “A obrigação de suportar”, escreveu, “nos dá o direito de saber.”

Na opinião de Carson, a cultura do pós-guerra da ciência que se arrogava o domínio sobre a natureza era a raiz filosófica do problema. Os seres humanos, insistia ela, não tinham o controle sobre a natureza, mas eram apenas uma de suas partes: a sobrevivência de uma parte dependia da saúde de todas. Ela protestava contra a “contaminação de todo o meio ambiente” com substâncias que se acumulavam nos tecidos das plantas, dos animais e dos seres humanos e tinham o potencial de alterar a estrutura genética dos organismos.

Carson afirmava que o corpo humano era permeável e, como tal, vulnerável a substâncias tóxicas no meio ambiente. Os níveis de exposição não podiam ser controlados, e os cientistas não podiam prever com exatidão os efeitos a longo prazo da bioacumulação nas células ou do impacto de tal mistura de produtos químicos na saúde humana. Rejeitava categoricamente a ideia sugerida pela indústria de que houvesse “limites” para tais venenos nos seres humanos, assim como o corolário de que o corpo humano tem “capacidades assimilativas” que tornariam os venenos inofensivos. Em um dos trechos mais controversos do livro, Carson apresentou evidências de que alguns cânceres humanos estavam relacionados à exposição a pesticidas. Essas evidências e sua discussão subsequente por muitos outros pesquisadores continuaram a alimentar um dos mais

desafiadores e cáusticos debates nas comunidades científicas e ambientais.

A concepção de Carson da ecologia do corpo humano foi um grande ponto de partida em nossas reflexões sobre a relação entre os seres humanos e o meio ambiente natural. Ela teve profundas consequências na nossa compreensão da saúde humana, assim como em nossas atitudes em relação ao risco ambiental. *Primavera silenciosa* provou que os nossos corpos não têm fronteiras. A corrupção química do globo nos afeta desde a concepção até a morte. Como o restante da natureza, somos vulneráveis a pesticidas; nós também somos permeáveis. Todas as formas de vida são mais semelhantes do que diferentes.

Carson acreditava que a saúde humana refletia, em última análise, os males ambientais. Essa ideia alterou, como era inevitável, a nossa resposta à natureza, à ciência e às tecnologias que projetam e produzem contaminação. Embora a comunidade científica tenha sido lenta em reconhecer esse aspecto do trabalho de Carson, sua concepção da ecologia do corpo humano pode acabar se revelando uma de suas contribuições mais duradouras.

Em 1962, contudo, a indústria química multimilionária não iria permitir que uma antiga redatora do governo, uma cientista sem doutorado e nenhuma filiação institucional, conhecida apenas por seus livros líricos sobre o mar, minasse a confiança pública em seus produtos ou questionasse a sua integridade. Estava claro para a indústria que Rachel Carson era uma mulher histérica cuja visão alarmista do futuro podia ser ignorada ou, caso necessário, silenciada. Ela era uma “amante dos passarinhos e coelhinhos”, uma mulher que tinha gatos e, portanto, era obviamente suspeita. Era uma “solteirona” romântica, que estava simplesmente nervosa por causa da genética. Em suma, Carson era uma mulher descontrolada.

Havia ultrapassado os limites de seu gênero e sua ciência. Mas, só para o caso de suas acusações alcançarem alguma repercussão, a indústria gastou um quarto de milhão de dólares para desacreditar a sua pesquisa e difamar seu caráter. No fim, o pior que puderam dizer foi que ela havia contado a todos apenas um lado da história e baseado seus argumentos em estudos de casos não verificados.

Houve outro lado, privado, da controvérsia a respeito de *Primavera silenciosa*. Sem o conhecimento de seus detratores no governo e na indústria, Carson estava lutando contra um inimigo muito mais poderoso do que a indignação das corporações: um câncer no seio que evoluía rapidamente para uma metástase. O milagre foi que ela tenha vivido para concluir o livro, suportando um "catálogo de doenças", em suas próprias palavras. Ela se mostrou imune aos esforços da indústria química para difamá-la; na verdade, suas energias estavam concentradas no desafio de sobreviver a fim de testemunhar a verdade como a via. Pretendia causar comoção e tumulto, e o fez com dignidade e determinação.

Depois que *Primavera silenciosa* chamou a atenção do presidente John F. Kennedy, foram iniciadas investigações federais e estaduais a respeito da validade das alegações de Carson. As comunidades que haviam sido submetidas a pulverizações aéreas de pesticidas contra a vontade começaram a se organizar em nível local contra a continuação da poluição tóxica. Foram preparadas leis em todos os níveis governamentais para a proteção contra um novo tipo de contaminação invisível. Os cientistas que antes alegavam serem detentores de um conhecimento "supremo" foram forçados a admitir uma vasta ignorância. Embora Carson soubesse que um livro não poderia alterar a dinâmica do sistema capitalista, seu desafio levou ao crescimento de um movimento ambientalista, liderado por um público que exigia que a ciência e o governo fossem considerados

responsáveis. Carson continua sendo um exemplo do que um indivíduo empenhado pode fazer para mudar a orientação da sociedade. Ela foi uma porta-voz revolucionária dos direitos de todos os seres vivos. Ousou falar e enfrentar a questão da destruição da natureza e apresentá-la como um debate sobre a qualidade de toda a vida.

Rachel Carson soube, antes de morrer, que seu trabalho havia obtido sucesso em modificar a situação. Ela foi homenageada com medalhas e prêmios, e recebeu postumamente a Medalha Presidencial da Liberdade em 1981. Mas sabia também que os problemas que havia denunciado não seriam resolvidos rápida ou facilmente, e que sociedades abastadas são lentas em sacrificar-se pelo bem de todos. Apenas seis anos depois da morte de Carson, o Congresso dos Estados Unidos aprovou uma Lei de Política Nacional Ambiental criando a Agência de Proteção Ambiental como um amortecedor contra as nossas próprias invenções. A produção doméstica de DDT foi proibida nos Estados Unidos, mas não sua exportação, garantindo que a poluição da atmosfera, oceanos, rios e fauna selvagem da Terra continuasse. O DDT é encontrado no fígado de aves e peixes em todas as ilhas oceânicas do planeta e no leite de todas as mães. Apesar de décadas de protestos e consciência ambientalistas, e apesar do clamor apocalíptico de Rachel Carson alertando os norte-americanos para o problema das substâncias químicas tóxicas, a redução no uso de pesticidas tem sido um dos maiores fracassos das políticas da era ambientalista. A contaminação global é um fato da vida moderna.

*Primavera silenciosa* incita todas as gerações a reavaliar suas relações com o mundo natural. Somos uma nação que ainda debate as questões levantadas, que ainda não se decidiu a respeito de como agir para alcançar o bem comum e como atingir a justiça ambiental.

Ao afirmar que a saúde pública e o meio ambiente, humano e natural, são inseparáveis, Rachel Carson insistiu em que o papel do especialista precisava ser limitado pelo acesso democrático e devia incluir o debate público sobre os riscos das tecnologias perigosas. Ela sabia então, como nós temos aprendido, que as evidências científicas são, por natureza, incompletas, e que os cientistas irão, inevitavelmente, discordar a respeito do que constitui uma prova incontestável de dano. É difícil formular políticas públicas em casos em que a obrigação do governo de proteger é atenuada pela natureza da própria ciência.

Rachel Carson deixou-nos um legado que não apenas abraça o futuro da vida, no qual ela acreditava fervorosamente, como também ampara o espírito humano. Ela nos mostrou a corrupção química do globo e apelou para que controlássemos nossos apetites — uma conduta verdadeiramente revolucionária — em nome de nossa autopreservação. "Parece razoável acreditar", escreveu ela, "que quanto mais claramente possamos concentrar nossa atenção nas maravilhas e realidades do universo que nos cerca, menos gosto teremos pela destruição de nossa raça. Admiração e humildade são emoções saudáveis, e não existem lado a lado com o desejo de destruição."

Admiração e humildade são apenas alguns dos dons de *Primavera silenciosa*. Eles nos lembram de que nós, como todas as outras criaturas vivas, somos partes dos vastos ecossistemas da Terra, parte de toda a corrente da vida. Este é um livro para saborear: não pelo lado negro da natureza humana, mas pela promessa de possibilidade de vida.

[1] Referência ao poeta romântico William Wordsworth, que menciona, em um de seus poemas mais famosos, *Ode: Intimations to Immortality* [Ode: Vislumbres da Imortalidade], uma "vision splendid" que iluminaria a juventude e que não deveria ser ofuscada ao longo da vida.

# 1 Uma Fábula para o Amanhã

ERA UMA VEZ uma cidade no coração dos Estados Unidos onde todos os seres vivos pareciam estar em harmonia com o seu ambiente. A cidade ficava em meio a um tabuleiro de prósperas fazendas, com campos de cereais e pomares nas encostas das montanhas onde, na primavera, nuvens brancas de flores flutuavam sobre o verde. No outono, os carvalhos, os bordos e as bétulas criavam um esplendor de cores que inflamava e tremeluzia sobre um cenário de coníferas. Então raposas regougavam nas montanhas e cervos cruzavam silenciosamente os campos, semiocultos nas névoas das manhãs de outono.

Ao longo das estradas, loureiros, viburnos e amieiros, grandes samambaias e flores selvagens encantavam os olhos dos viajantes na maior parte do ano.

Mesmo no inverno, as margens das estradas eram lugares cheios de beleza, onde inúmeros pássaros vinham se alimentar das bagas e das sementes das ervas secas que despontavam na neve. A região campestre era, com efeito, famosa pela abundância e pela variedade de pássaros, e quando vinha o dilúvio de pássaros migrantes, na primavera e no outono, as pessoas viajavam de grandes distâncias para observá-los. Outros vinham pescar nos rios, que corriam límpidos e gelados das montanhas e continham pequenas lagoas sombrias onde as trutas se abrigavam. Assim fora desde os dias, muitos anos atrás, em que os primeiros colonizadores haviam erguido suas casas, cavado seus poços e construído seus celeiros.

Então uma estranha praga se infiltrou naquela região e tudo começou a mudar. Algum tipo de feitiço maléfico se instalou na

comunidade: misteriosas doenças atacaram as galinhas; o gado e os carneiros adoeceram e morreram. Por toda parte, pairava a sombra da morte. Os fazendeiros falavam de muitas doenças em sua família. Na cidade, os médicos ficavam cada vez mais intrigados com os novos tipos de doenças que apareciam entre seus pacientes. Houve muitas mortes súbitas e não explicadas, não apenas entre adultos, mas também entre crianças, subitamente acometidas pela doença enquanto brincavam e morriam em poucas horas.

Havia uma estranha quietude. Os pássaros, por exemplo — para onde tinham ido? Muitas pessoas falavam neles, confusas e inquietas. Os alimentadores de pássaros nos quintais estavam desertos. Os poucos pássaros que se viam estavam moribundos; tremiam violentamente e não conseguiam voar. Era uma primavera sem vozes. Nas manhãs que outrora palpitavam com o coro de pintarroxos, tordos, pombas, gaios, carriças e diversas vozes de outros pássaros, agora não havia nenhum som. Apenas o silêncio pairava sobre os campos, bosques e pântanos.

Nas fazendas, as galinhas chocavam, mas os pintinhos não nasciam. Os fazendeiros se queixavam de que não conseguiam criar porcos — as ninhadas eram pequenas e os filhotes sobreviviam apenas uns poucos dias. As macieiras estavam florescendo, mas não havia abelhas zumbindo ao redor das flores, portanto não havia polinização, e não haveria frutos.

As margens das estradas, antes tão atraentes, estavam agora cobertas por uma vegetação seca e amarronzada, como se houvesse sido varrida pelo fogo. Também estavam em silêncio, desertas de tudo o que fosse vivo. Mesmo os rios estavam agora sem vida. Os pescadores amadores não mais os visitavam, pois todos os peixes haviam morrido.

Nas calhas, por baixo dos beirais, e entre as telhas dos telhados, um pó branco granuloso ainda se acumulava em alguns pontos; algumas semanas antes, ele caíra como neve sobre os telhados e os gramados, os campos e os rios.

Não havia sido nenhuma bruxaria, nenhuma ação inimiga que havia silenciado o ressurgir da nova vida nesse mundo devastado. As próprias pessoas tinham feito aquilo.

Essa cidade não existe realmente, mas poderia facilmente ter milhares de equivalentes nos Estados Unidos ou em qualquer outra parte do mundo. Não conheço nenhuma comunidade que tenha passado por todos os infortúnios que descrevo. Ainda assim, cada um desses desastres ocorreu, de fato, em algum lugar, e muitas comunidades reais já sofreram um bom número deles. Um espectro lúgubre se insinuou entre nós quase sem que percebêssemos, e essa tragédia imaginada pode facilmente se tornar uma crua realidade que todos devemos conhecer.

O que já silenciou as vozes da primavera em numerosas cidades dos Estados Unidos? Este livro é uma tentativa de explicar o ocorrido.

# A Obrigação de Suportar

A HISTÓRIA DA VIDA na Terra tem sido uma história de interação entre os seres vivos e seu ambiente. Em grande parte, a forma física e os hábitos da vegetação e da vida animal terrestre têm sido moldados pelo meio ambiente. Considerando toda a duração da vida terrestre, o efeito oposto, em que a vida modifica na prática seu ambiente, tem sido relativamente insignificante. Apenas no período representado pelo século presente uma das espécies — o ser humano — adquiriu poder significativo para alterar a natureza do seu mundo.

No último quarto de século, esse poder não apenas aumentou até atingir magnitude preocupante como mudou de caráter. O mais alarmante de todos os ataques do ser humano ao meio ambiente é a contaminação do ar, do solo, dos rios e dos mares com materiais perigosos e até mesmo letais. Essa poluição é, na maior parte, irrecuperável; a cadeia de males que ela desencadeia, não apenas no mundo que deve sustentar a vida, mas nos tecidos vivos, é, na maior parte, irreversível. Nesse meio ambiente de contaminação agora universal, os produtos químicos são os parceiros, sinistros e raramente identificados, das radiações na alteração da própria natureza do mundo — a própria natureza da vida que nele habita. O estrôncio 90, liberado por explosões nucleares no ar, chega ao solo com a chuva ou se precipita como resíduo, infiltrando-se na terra, penetrando nas ervas, no milho ou no trigo que ali crescem e, com o tempo, alojam-se nos ossos dos seres humanos, lá permanecendo até sua morte. De forma similar, os produtos químicos espalhados pelas terras de cultivo, florestas ou jardins permanecem por um longo tempo no solo, penetrando nos organismos vivos, transmitindo-se de

um a outro em uma cadeia de envenenamento e morte. Ou então passam misteriosamente por correntes subterrâneas até emergirem e, por meio da alquimia do ar e da luz do sol, combinam-se em novas formas que matam a vegetação, provocam doenças no gado e causam danos desconhecidos naqueles que bebem das fontes que outrora eram puras. Como Albert Schweitzer disse: “O ser humano mal reconhece os demônios de sua criação”.

Foram necessárias centenas de milhões de anos para que se produzisse a vida que agora habita a Terra — longos períodos de tempo em que essa vida em desenvolvimento, evolução e diversificação chegasse a um estado de ajustamento e equilíbrio com o seu ambiente. O meio ambiente, moldando e dirigindo rigorosamente a vida que sustentava, continha elementos que eram ao mesmo tempo hostis e amparadores. Certas rochas emitiam radiação perigosa; mesmo na luz do Sol, da qual toda a vida extrai energia, havia radiações de ondas curtas com o poder de causar danos. Com o correr do tempo — tempo contado não em anos, mas em milênios —, a vida se ajustou, e um equilíbrio foi alcançado. Porque o tempo é o ingrediente essencial, mas no mundo moderno não há tempo.

A rapidez da mudança e a velocidade com que novas situações são criadas seguem o ritmo impetuoso e insensato da humanidade, e não o passo cauteloso da natureza. A radiação não é mais apenas a radiação de fundo das rochas, do bombardeio de raios cósmicos, dos raios ultravioleta do Sol que existiam mesmo antes que houvesse vida na Terra; a radiação é agora a criação não natural da manipulação do átomo pelos seres humanos. As substâncias químicas às quais se exige que a vida se ajuste não são mais somente o cálcio, a sílica, o cobre e todos os demais minerais lavados das rochas e carregados pelos rios até o mar: são as criações sintéticas da

mente inventiva do ser humano, preparadas em seus laboratórios e sem equivalentes na natureza.

Ajustar-se a essas substâncias químicas é algo que demandaria um tempo medido na escala da natureza; demandaria não apenas os anos da vida de uma pessoa, mas a vida de gerações. E, mesmo que isso fosse, por algum milagre, possível, seria inútil, pois novas substâncias químicas saem de nossos laboratórios em uma corrente incessante: quase quinhentas entram em uso anualmente só nos Estados Unidos. A cifra é estonteante, e suas implicações não são facilmente apreendidas — quinhentas novas substâncias químicas às quais o corpo dos seres humanos e dos animais precisam, de algum modo, se adaptar todos os anos; substâncias químicas totalmente fora dos limites da experiência biológica.

Entre elas, há muitas que são usadas na guerra da humanidade contra a natureza. Desde meados da década de 1940 mais de duzentos produtos químicos básicos foram criados para serem usados na matança de insetos, ervas daninhas, roedores e outros organismos descritos no linguajar moderno como “pestes”, e eles são vendidos sob milhares de nomes de marcas diferentes.

Esses *sprays*, pós e aerossóis são agora aplicados quase universalmente em fazendas, jardins, florestas e residências — produtos químicos não seletivos, com o poder de matar todos os insetos, os “bons” e os “maus”, de silenciar o canto dos pássaros e deter o pulo dos peixes nos rios, de cobrir as folhas com uma película letal e de permanecer no solo — tudo isso mesmo que o alvo em mira possa ser apenas umas poucas ervas daninhas ou insetos. Será que alguém acredita que é possível lançar tal bombardeio de venenos na superfície da Terra sem torná-la imprópria para toda a vida? Eles não deviam ser chamados de “inseticidas”, e sim de “biocidas”.

Todo o processo de pulverização parece estar atrelado a uma espiral infinita. Desde que o DDT (iniciais de dicloro-difenil-tricloroetano) foi colocado à disposição dos cidadãos para uso, iniciou-se um processo em escalada, em que cada vez mais produtos tóxicos precisam ser descobertos. Isso aconteceu porque os insetos, em uma prova triunfal do princípio da sobrevivência do mais forte, de Darwin, desenvolveram super-raças imunes ao inseticida específico usado, o que faz que um inseticida mais letal sempre precise ser desenvolvido — e depois um ainda mais letal. Isso tem acontecido também porque, por razões que serão descritas posteriormente neste livro, os insetos destrutivos muitas vezes apresentam uma reincidência, ou ressurgência, após os borrifamentos, afluindo em números maiores do que antes. Assim, a guerra química jamais é vencida, e toda a vida é capturada em seu violento fogo cruzado.

Com a possibilidade da extinção da humanidade por uma guerra nuclear, o problema central de nossa era se tornou, por conseguinte, a contaminação de todo o meio ambiente com substâncias de incrível potencial danoso — substâncias que se acumulam nos tecidos das plantas e dos animais e que chegam a penetrar nas células germinativas para destruir ou alterar o próprio material da hereditariedade do qual depende a forma do futuro.

Alguns dos prováveis arquitetos de nosso futuro olham para um tempo em que será possível alterar o plasma germinativo humano intencionalmente. Mas é muito possível que já o estejamos fazendo agora inadvertidamente, pois muitos produtos químicos, assim como a radiação, provocam mutações genéticas. É irônico pensar que os seres humanos possam determinar seu futuro por meio de algo aparentemente tão trivial quanto a escolha de um inseticida.

Estamos correndo todo esse risco — para quê? Os historiadores futuros talvez se espantem com o nosso senso de proporção distorcido. Como é possível que seres inteligentes tenham almejado controlar umas poucas espécies indesejadas por um método que contaminou todo o meio ambiente e trouxe a ameaça da doença e da morte inclusive para sua própria espécie?

Não obstante, foi precisamente isso o que fizemos. Nós o fizemos, além de tudo, por razões que se esboroam assim que as examinamos. Dizem-nos que o uso intenso e em expansão de pesticidas é necessário para manter nossa produção agrícola. Entretanto, será que nosso problema real não é de *superprodução*? Nossas fazendas, apesar das medidas para reduzir a área destinada à produção e pagar os fazendeiros para *não* produzir, têm produzido colheitas de um excesso tão espantoso que o contribuinte norte-americano de impostos em 1962 está pagando mais de 1 bilhão de dólares ao ano em custos totais do programa de armazenamento do excesso de alimentos produzidos. E será que contribui para melhorar a situação quando um setor do Departamento de Agricultura tenta reduzir a produção enquanto outro declara, como fez em 1958: "Acredita-se, de modo geral, que a redução nas áreas de cultivo sob as condições do Banco da Terra[2] estimularão o interesse no uso de produtos químicos para obter uma produção máxima nas terras conservadas para cultivo".

Tudo isso não quer dizer que os insetos não sejam um problema e não necessitem de controle. O que estou dizendo é que esse controle precisa ser adaptado à realidade, não a situações míticas, e que os métodos empregados devem ser tais que não nos destruam com os insetos.

O problema cuja tentativa de solução desencadeou essa série de desastres está associado ao nosso estilo moderno de viver. Muito

tempo antes da era da humanidade, os insetos já habitavam a Terra. Formavam um grupo de seres extraordinariamente variados e adaptáveis. No decorrer do tempo desde o advento da humanidade, uma pequena porcentagem das mais de meio milhão de espécies de insetos entraram em conflito com o bem-estar humano de duas formas principais: como competidores no acesso aos alimentos disponíveis e como transmissores de doenças humanas.

Os insetos transmissores de doenças se tornaram importantes onde os seres humanos vivem aglomerados, principalmente em más condições de higiene, como em épocas de desastre natural ou guerra, ou em situações de extrema pobreza e privação. Assim, algum tipo de controle se faz necessário. Merece reflexão, todavia, como passaremos a discutir, o fato de que o método de controle químico maciço tenha tido um sucesso apenas limitado e também ameace piorar as próprias condições que pretende conter.

Sob condições agrícolas primitivas, o fazendeiro tinha poucos problemas com insetos. Esses problemas aumentaram com a intensificação da agricultura — o emprego de áreas imensas a um único cultivo. Tal sistema de monocultura preparou o terreno para aumentos explosivos nas populações de determinados insetos. O cultivo de um único produto não se beneficia dos princípios pelos quais a natureza opera: trata-se de agricultura como um engenheiro a concebe. A natureza introduziu uma grande variedade na paisagem, mas o ser humano tem exibido uma tendência a simplificá-la. Assim, ele desfaz o sistema interno de equilíbrio de poderes pelo qual a natureza mantém as espécies dentro de limites. Um controle natural importante é o limite da quantidade de área habitável adequada a cada espécie. É óbvio, então, que um inseto que vive no trigo pode elevar sua população a níveis muito mais altos em

uma fazenda dedicada ao cultivo do trigo do que em outra em que o trigo é entremeado a outros cultivos aos quais o inseto não se adapta.

Tal fenômeno também acontece em outras situações. Há uma geração ou pouco mais, as cidades de vastas áreas dos Estados Unidos flanqueavam suas ruas com nobres olmos. Agora a beleza que se espera que esses olmos tenham criado está ameaçada de completa destruição, pois uma enfermidade os devasta, transmitida por um besouro que teria apenas limitadas possibilidades de formar grandes populações e de se espalhar de árvore em árvore se os olmos fossem apenas árvores ocasionais em meio a plantações ricamente diversificadas. Outro fator referente ao problema moderno dos insetos é um que precisa ser analisado no contexto da história geológica e humana: a saída de milhares de diferentes tipos de organismos de seu lar nativo para invadir novos territórios. Essa migração em escala mundial foi estudada e descrita de forma clara pelo ecologista britânico Charles Elton em seu livro recente, *The Ecology of Invasions* [A ecologia das invasões]. Durante o período Cretáceo, há cerca de centenas de milhões de anos, a inundação dos mares eliminou muitas pontes terrestres entre continentes, e os seres vivos se viram confinados no que Elton chama de "colossais reservas naturais distintas". Lá, isolados de outros de sua espécie, eles desenvolveram muitas novas espécies. Quando algumas das massas terrestres se juntaram de novo, há cerca de 15 milhões de anos, essas espécies começaram a se mudar para os novos territórios — um movimento que não só ainda está se desenvolvendo como agora recebe uma contribuição considerável da parte da humanidade.

A importação de plantas é o principal agente da difusão moderna de espécies, pois os animais costumam, invariavelmente, acompanhar as plantas; a quarentena é uma inovação comparativamente recente e não de todo eficaz. Só o Departamento

de Introdução de Plantas dos Estados Unidos já introduziu quase 200 mil espécies e variedades de plantas de todo o mundo. Quase a metade dos cerca de 180 principais insetos inimigos de plantas nos Estados Unidos são provenientes de importações acidentais do exterior, e a maioria deles veio “de carona” com as plantas.

Em novo território, livres da contenção dos inimigos naturais, que mantinham sua população dentro de certos limites em sua terra nativa, uma planta ou um animal invasor pode se tornar extraordinariamente abundante. Logo, não é por acaso que nossos insetos mais incômodos sejam espécies importadas.

Essas invasões, tanto as que ocorrem naturalmente quanto as que dependem da contribuição humana, tendem a continuar indefinidamente. A quarentena e as maciças campanhas de aplicação de produtos químicos são só formas extremamente caras de ganhar tempo. Estamos nos defrontando, segundo o dr. Elton, “com uma necessidade de vida e morte não apenas de descobrir novos meios tecnológicos de eliminar esta planta ou aquele animal”; o que precisamos, em vez disso, é de conhecimentos básicos sobre as populações animais e suas relações com seus ambientes que “promovam um equilíbrio estável e contenham o poder explosivo de difusão e novas invasões”.

Grande parte do conhecimento necessário está agora disponível, mas nós ainda não o usamos. Treinamos ecologistas em nossas universidades e até mesmo os empregamos em nossos órgãos governamentais, mas raramente seguimos seus conselhos. Deixamos que a chuva química letal caia sobre nós como se não houvesse alternativa, quando, na verdade, existem muitas, e nossa engenhosidade logo poderia descobrir muitas mais, se lhe déssemos a oportunidade.

Será que caímos em um estado de entorpecimento que faz que aceitemos como inevitável aquilo que é inferior ou prejudicial, como se houvéssemos perdido a vontade ou a visão para exigir o que é bom? Esse modo de pensar, nas palavras do ecologista Paul Shepard,

> *idealiza a vida com apenas a cabeça fora d'água, poucas polegadas acima dos limites de tolerância da corrupção de seu próprio meio ambiente [...] Por que deveríamos tolerar um regime de venenos fracos, um lar em um ambiente insípido, um círculo de relações composto por aqueles que meramente não são nossos inimigos, o barulho de motores com pausas apenas suficientes para evitar a insanidade? Quem iria querer viver em um mundo que está apenas no limiar de ser fatal?*

Não obstante, tal mundo nos é impingido. A cruzada para criar um mundo quimicamente estéril, livre de insetos, parece ter engendrado um entusiasmo fanático da parte de muitos especialistas e da maioria dos chamados órgãos de controle. Em todas as partes, há evidências de que aqueles envolvidos nas operações de pulverização exercem um poder impiedoso. "Os entomologistas reguladores [...] funcionam como promotores públicos, juízes e jurados, lançadores e coletores de impostos, e também como xerifes na aplicação de suas próprias ordens", disse o entomologista de Connecticut, Neely Turner. Os abusos mais flagrantes não são controlados nem pelos órgãos estaduais nem pelos federais.

Não estou alegando que os inseticidas químicos nunca devam ser usados. Estou alegando que colocamos substâncias químicas venenosas e biologicamente potentes indiscriminadamente nas mãos de pessoas ampla ou totalmente ignorantes de seu potencial de danos. Submetemos um vasto número de pessoas ao contato com esses venenos sem seu consentimento, e muitas vezes sem seu conhecimento. Se a Declaração dos Direitos Humanos não contém

nenhuma garantia de que um cidadão possa ser protegido de venenos letais distribuídos quer por indivíduos particulares, quer por funcionários públicos, certamente é apenas porque nossos antepassados, apesar de sua considerável sabedoria e capacidade de previsão, não puderam conceber semelhante problema.

Eu alego, além do mais, que deixamos essas substâncias químicas serem empregadas com pouca ou nenhuma investigação prévia de seu efeito sobre o solo, água, animais selvagens e os próprios seres humanos. As gerações futuras provavelmente não perdoarão nossa falta de preocupação prudente com a integridade do mundo natural que sustenta toda a vida.

A consciência da natureza da ameaça ainda é muito limitada. Esta é uma era de especialistas: cada um deles enxerga seu próprio problema e não tem consciência do quadro maior em que ele se encaixa, ou se recusa a apreciá-lo. É também uma era dominada pela indústria, em que o direito de ganhar um dólar a qualquer custo dificilmente é contestado. Quando a população protesta, confrontado com óbvias evidências de resultados danosos das aplicações de pesticidas, recebe em resposta pílulas calmantes de meias-verdades. Precisamos urgentemente acabar com essas falsas garantias, com o adoçamento das amargas verdades. É à população que se pede que assuma os riscos que os controladores de insetos calculam. A população precisa decidir se deseja continuar no caminho atual, e só poderá fazê-lo quando estiver em plena posse dos fatos. Nas palavras de Jean Rostand, “a obrigação de suportar nos dá o direito de saber”.

[2] *Soil Bank*. Programa criado em 1956 nos Estados Unidos para retirar terra da produção, com pagamentos compensatórios. Devido aos elevados custos e aos baixos resultados, durou apenas dois anos. (NT)

# Elixires da Morte

PELA PRIMEIRA VEZ na história do mundo, agora todo ser humano está sujeito ao contato com substâncias químicas perigosas, desde o instante em que é concebido até sua morte. No período de menos de duas décadas desde que estão em uso, os pesticidas sintéticos foram tão amplamente distribuídos por todo o mundo animado e inanimado que se encontram praticamente em todos os lugares. Eles têm sido encontrados em quase todos os grandes sistemas fluviais e até mesmo nos cursos de água subterrânea que fluem invisíveis pela Terra. Resíduos desses produtos químicos permanecem no solo no qual foram aplicados uma dúzia de anos antes. Eles entram e se alojam no corpo de peixes, pássaros, répteis e animais domésticos e selvagens de forma tão universal que os cientistas que fazem experiências em animais consideram quase impossível localizar espécimes livres de tal contaminação. Essas substâncias foram encontradas até em peixes de remotos lagos situados em montanhas, em minhocas que escavam o solo, em ovos de pássaros — e nos próprios seres humanos. Isso porque esses produtos químicos estão agora armazenados no corpo da ampla maioria dos seres humanos, independentemente de idade. Eles são encontrados no leite materno e, provavelmente, nos tecidos dos fetos.

Tudo isso veio a ocorrer devido à súbita ascensão e ao assombroso crescimento de uma indústria de produção de substâncias químicas artificiais ou sintéticas com propriedades inseticidas. Essa indústria é um dos frutos da Segunda Guerra Mundial. Durante o desenvolvimento de agentes para serem usados na guerra química,

descobriu-se que algumas substâncias químicas criadas em laboratório eram letais aos insetos. A descoberta não ocorreu por acaso: os insetos já vinham sendo amplamente usados para testar substâncias químicas como agentes letais para os seres humanos.

O resultado foi uma série aparentemente interminável de inseticidas sintéticos. Pelo fato de serem artificiais — produzidos por engenhosas manipulações de moléculas em laboratório, envolvendo a substituição de átomos ou a alteração da sua disposição —, eles diferem profundamente dos inseticidas mais simples dos tempos anteriores à guerra. Estes últimos eram produtos derivados de minerais e plantas encontrados na natureza. Eram compostos de arsênico, cobre, manganês, zinco e outros minerais; continham píretro extraído das flores secas do crisântemo; sulfato de nicotina, proveniente de plantas da família do tabaco, e rotenona, extraída de plantas leguminosas das Índias Orientais.

O que distingue os novos inseticidas sintéticos é sua enorme potência biológica. Eles têm um poder imenso, não apenas de envenenar como de penetrar nos processos mais vitais do corpo e alterá-los de forma sinistra e muitas vezes mortal. Assim, como veremos, eles destroem as enzimas cuja função é proteger o corpo contra danos; bloqueiam os processos de oxidação que fornecem energia para o corpo; impedem o funcionamento normal de vários órgãos e podem desencadear, em certas células, a lenta e irreversível mudança que conduz às doenças malignas.

Apesar disso, produtos químicos novos e ainda mais letais são acrescentados à lista dos já existentes a cada ano, e são concebidos novos usos para eles, de modo que o contato com esses materiais se tornou praticamente universal. A produção de pesticidas sintéticos nos Estados Unidos subiu vertiginosamente de cerca de 56 mil toneladas em 1947 para cerca de 290 mil toneladas em 1960 — um

aumento de mais de cinco vezes. O valor por atacado desses produtos chegava a bem mais de um quarto de bilhão de dólares. Mas, nos planos e nas esperanças da indústria, essa produção enorme é apenas um começo.

Definir quem é quem em termos de pesticidas é, portanto, uma preocupação de todos nós. Se vamos viver em tal intimidade com esses produtos químicos — comendo-os e bebendo-os, recebendo-os na medula de nossos ossos — é melhor sabermos alguma coisa sobre sua natureza e seu poder.

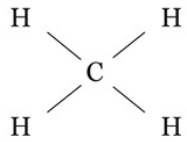
Embora a Segunda Guerra Mundial tenha sido um marco do abandono dos produtos químicos inorgânicos como pesticidas e da entrada no mundo maravilhoso da molécula de carbono, uma pequena parte dos velhos materiais persiste. O principal entre eles é o arsênico, que ainda é o ingrediente básico em diversos exterminadores de ervas daninhas e insetos. O arsênico é um mineral altamente tóxico que ocorre em maior abundância associado a minérios de vários metais e em pequenas quantidades em vulcões, no mar e nas águas de fonte. As suas relações com os seres humanos são variadas e históricas. Como muitos de seus componentes são desprovidos de sabor, o arsênico é uma das substâncias favoritas dos homicidas desde o tempo dos Bórgia até o presente. O arsênico está presente na fuligem das chaminés inglesas e, com certos hidrocarbonetos aromáticos, é considerado o responsável pela ação carcinogênica (ou causadora de câncer) da fuligem, identificada há quase dois séculos por um médico inglês. Epidemias de envenenamento crônico por arsênico envolvendo populações inteiras durante longos períodos já foram registradas. Meios ambientes contaminados por arsênico também já causaram enfermidades e morte entre cavalos, vacas, cabras, porcos, veados, peixes e abelhas. Apesar desses registros, *sprays* e pós de arsênico são amplamente

usados. Na região algodoeira do Sul dos Estados Unidos, onde se costuma usar arsênico, a criação de abelhas como ramo de atividade praticamente se extinguiu. Os fazendeiros que empregaram pó de arsênico durante longos períodos vêm sofrendo de envenenamento crônico por arsênico; os animais domésticos têm sido envenenados pela pulverização das plantações ou por herbicidas contendo arsênico. Nuvens de poeira de arsênico vindas das terras de cultivo de mirtilos se espalharam pelas fazendas vizinhas, contaminando rios, envenenando fatalmente abelhas e vacas e provocando doenças nas pessoas. "É quase impossível (...) lidar com o arsênico com um maior descuido da saúde pública do que o que vem sendo praticado em nosso país nos últimos anos", disse o dr. W. C. Hueper, do Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos, uma autoridade em câncer ambiental. "Qualquer um que tenha visto os pulverizadores e borrifadores de inseticidas à base de arsênico em ação deve ter ficado impressionado com o quase supremo descaso com que as substâncias venenosas são aplicadas."

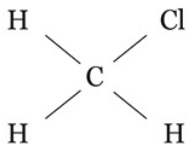
Os inseticidas modernos são ainda mais letais. A ampla maioria pertence a um de dois grandes grupos de substâncias químicas. O primeiro, representado pelo DDT, é formado pelos chamados "hidrocarbonetos clorados". O outro grupo consiste em inseticidas feitos de fósforo orgânico, e é representado pelos razoavelmente familiares "malatião" e "paratião". Todos eles têm algo em comum. Como foi dito acima, eles são confeccionados com base em átomos de carbono, que são também os indispensáveis tijolos de construção do mundo vivo e, assim, classificados como "orgânicos". Para entendê-los, precisamos estudar de que são feitos e como, apesar de vinculados à química básica de todos os seres vivos, eles se prestam às modificações que os tornam agentes da morte.

O elemento básico, o carbono, é um daqueles elementos cujos átomos têm uma capacidade quase infinita de se unirem uns aos outros em cadeias e anéis e diversas outras configurações, assim como de se ligarem a átomos de outras substâncias. Com efeito, a incrível diversidade de criaturas vivas, das bactérias até a gigantesca baleia-azul, deve-se em grande parte a essa capacidade do carbono. A complexa molécula da proteína tem o átomo de carbono como base, assim como as moléculas de gordura, carboidratos, enzimas e vitaminas. Isso também acontece com numerosas coisas inanimadas, pois o carbono não é necessariamente um símbolo de vida.

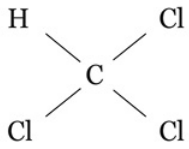
Alguns compostos orgânicos são simplesmente combinações de carbono e hidrogênio. O mais simples entre eles é o metano, ou gás dos pântanos, formado na natureza pela decomposição bacteriana de matéria orgânica embaixo das águas. Misturado com o ar nas proporções adequadas, o metano se transforma no temível grisu das minas de carvão. Sua estrutura é belamente simples, consistindo em um átomo de carbono ao qual quatro átomos de hidrogênio se ligam:



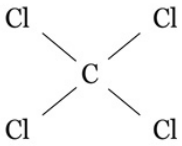

Os químicos descobriram que é possível desligar um dos átomos de hidrogênio, ou mesmo todos, e substituir por outros elementos. Por exemplo, substituindo-se um átomo de hidrogênio por um de cloro, produzimos o cloreto de metilo:




Retirando três átomos de hidrogênio e substituindo-os por átomos de cloro, obtemos o clorofórmio anestésico:




Substituindo todos os átomos de hidrogênio por átomos de cloro, o resultado é o tetracloreto de carbono, o tradicional produto de limpeza:




Nos termos mais simples possíveis, essas alterações efetuadas na molécula básica de metano ilustram o que é o hidrocarboneto clorado. Mas essa ilustração nos dá poucas pistas da verdadeira complexidade do mundo químico dos hidrocarbonetos, ou das manipulações pelas quais o químico orgânico cria seus materiais infinitamente variados. Pois, em vez da simples molécula de metano com seu único átomo de carbono, ele pode trabalhar com moléculas de hidrocarboneto formadas por muitos átomos de carbono, dispostas em anéis ou cadeias, com cadeias ou ramos laterais, unidos uns aos outros por ligações químicas, não apenas por únicos átomos de hidrogênio ou cloro, mas também por uma grande variedade de grupos químicos. Por meio de variações aparentemente pequenas, todo o caráter da substância é alterado; por exemplo, não apenas o que se liga, mas o local da ligação do átomo de carbono é muito importante. Essas engenhosas manipulações produziram uma coleção de venenos de poder realmente extraordinário.

O DDT foi sintetizado pela primeira vez por um químico alemão em 1874, mas suas propriedades como inseticida só foram descobertas em 1939. Quase de imediato, o DDT foi saudado como um meio de

erradicar as doenças transmitidas por insetos e vencer a guerra dos fazendeiros contra os destruidores de plantações da noite para o dia. O descobridor, o suíço Paul Müller, ganhou o Prêmio Nobel.

O DDT é agora usado de modo tão universal que, na mente da maioria das pessoas, o produto assume o aspecto inofensivo daquilo que é familiar. Talvez o mito da inocuidade do DDT venha do fato de que um de seus primeiros usos foi o borrifamento de milhares de soldados, refugiados e prisioneiros no tempo de guerra, para combater o piolho. Geralmente se acredita que, como tantas pessoas tiveram um contato tão íntimo com o DDT e não sofreram efeitos maléficos imediatos, o produto químico deve, certamente, ser inofensivo. Esse compreensível equívoco surge do fato de que — ao contrário de outros hidrocarbonetos clorados — o DDT *em forma de pó* não é prontamente absorvido pela pele. Dissolvido em óleo, como costuma ser usado, o DDT é, sem dúvida alguma, tóxico. Caso seja engolido, é absorvido lentamente pelo aparelho digestivo; pode ser também absorvido pelos pulmões. Uma vez que tenha entrado no corpo, é armazenado principalmente em órgãos ricos em substâncias graxas (porque o próprio DDT é solúvel na gordura), como as glândulas adrenais, os testículos e a tireoide. Quantidades relativamente elevadas são depositadas no fígado, nos rins e na gordura dos grandes e protetores mesentérios que envolvem os intestinos.

Esse armazenamento do DDT começa com a menor ingestão concebível do produto químico (que está presente como resíduo na maior parte dos alimentos) e continua até serem atingidos níveis bastante altos. Os depósitos graxos armazenados atuam como amplificadores biológicos, de modo que mesmo uma ingestão tão pequena quanto a de 1/10 de uma parte por milhão na dieta resulta em um armazenamento de cerca de 10 a 15 partes por milhão, um

aumento de cem vezes ou mais. Esses termos de referência, tão corriqueiros para o químico e o farmacêutico, não são familiares para a maioria de nós. Uma parte em um milhão parece uma quantidade muito pequena — e realmente é. Mas essas substâncias são tão potentes que uma quantidade mínima pode provocar profundas alterações no corpo. Em experiências com animais, descobriu-se que 3 partes por milhão podem inibir uma enzima essencial no músculo cardíaco; 5 partes por milhão podem causar a necrose ou a desintegração de células do fígado; 2,5 partes por milhão de duas substâncias químicas bastante próximas do DDT, a dieldrina e o clordano, produzem o mesmo efeito.

Isso não é de surpreender. Na química normal do corpo humano há precisamente essa mesma disparidade entre causa e efeito. Por exemplo, uma quantidade de iodo tão pequena quanto dois décimos de milésimos de um grama significam a diferença entre a saúde e a doença. Visto que essas pequenas quantidades de pesticidas são armazenadas cumulativamente e excretadas apenas lentamente, a ameaça do envenenamento crônico e de alterações degenerativas do fígado e outros órgãos é bastante real.

Não há um acordo entre os cientistas sobre a quantidade de DDT que pode ser armazenada no corpo humano. O dr. Arnold Lehman, farmacologista-chefe da Administração de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA) diz que não há um piso abaixo do qual o DDT não é absorvido nem um teto acima do qual a absorção e o armazenamento cessam. Por outro lado, o dr. Wayland Hayes, do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, afirma que, em todo indivíduo, um ponto de equilíbrio é atingido, e que o DDT que excede esse ponto é excretado. Para fins práticos, não é de grande importância qual desses especialistas está certo. O armazenamento nos seres humanos tem

sido bem investigado, e sabemos que, em média, as pessoas estão armazenando quantidades potencialmente prejudiciais. Segundo vários estudos, os indivíduos sem nenhuma exposição conhecida ao produto (exceto a inevitável exposição proveniente da dieta) armazena em média entre 5,3 partes por milhão e 7,4 partes por milhão; os trabalhadores agrícolas, 17,1 partes por milhão, e aqueles que trabalham em fábricas de inseticidas chegam a armazenar 648 partes por milhão! Portanto, a extensão do armazenamento comprovado é bastante ampla e, o que é ainda mais relevante, as cifras mínimas estão acima do nível em que os danos ao fígado e a outros órgãos ou tecidos podem começar a se efetivar. Uma das características mais sinistras do DDT e de agentes químicos aparentados é a forma como eles são transmitidos de um organismo a outro por todos os elos das cadeias alimentares. Por exemplo, as plantações de alfafa são pulverizadas com DDT; mais tarde, essa alfafa é preparada e dada como alimento para as galinhas; as galinhas põem ovos que contêm DDT. Ou então o feno, contendo resíduos de 7 a 8 partes por milhão, é dado como alimento para as vacas. O DDT aparecerá no leite na proporção de cerca de 3 partes por milhão, mas na manteiga feita com esse leite a concentração pode chegar a 65 partes por milhão. Com semelhante processo de transferência, o que começou como uma quantidade muito pequena de DDT pode acabar como uma concentração elevada. Os fazendeiros acham difícil atualmente obter forragem não contaminada para suas vacas leiteiras, embora a Administração de Alimentos e Medicamentos proíba a presença de resíduos de inseticida no leite enviado de um estado a outro para ser vendido.

O veneno pode também ser transmitido da mãe para os filhos. Foram encontrados resíduos de inseticida no leite humano em amostras testadas pelos cientistas da FDA. Isso significa que os bebês

alimentados no peito estão recebendo acréscimos pequenos mas regulares à carga de substâncias químicas tóxicas que se acumulam em seu corpo. Esta não é, de forma alguma, sua primeira exposição, contudo: há bons motivos para se acreditar que a exposição se inicie quando o bebê ainda está no útero. Em animais usados em experiências, os inseticidas à base de hidrocarbonetos clorados atravessam livremente a barreira da placenta, o tradicional escudo protetor entre o embrião e as substâncias nocivas no corpo da mãe. Embora a quantidade recebida dessa forma pelos bebês humanos seja normalmente pequena, não é desprezível, porque as crianças são mais suscetíveis ao envenenamento do que os adultos. Essa situação significa também que, atualmente, é quase certo que o indivíduo médio comece a vida já com um primeiro depósito da carga cada vez maior de produtos químicos que seu corpo será obrigado a carregar daí em diante.

Todos esses fatos — o armazenamento mesmo em níveis baixos, a acumulação subsequente e a ocorrência de danos ao fígado em níveis que podem ser facilmente atingidos com as dietas normais — levaram os cientistas da FDA a declarar, já em 1950, que é "extremamente provável que o risco potencial do DDT tenha sido subestimado". Nunca houve uma situação semelhante na história da medicina. Ninguém sabe ainda quais serão as derradeiras consequências desses fatos.

O clordano, outro hidrocarboneto clorado, tem todos esses desagradáveis atributos do DDT mais alguns outros que lhe são peculiares. Seus resíduos permanecem durante um longo tempo no solo, nos alimentos e nas superfícies em que foi aplicado. O clordano usa todas as entradas disponíveis para penetrar no corpo. Pode ser absorvido pela pele, aspirado na forma de *spray* ou pó e, é claro, absorvido pelo aparelho digestivo caso os resíduos sejam ingeridos.

Como todos os outros hidrocarbonetos clorados, seus depósitos se acumulam no corpo progressivamente. Uma dieta contendo uma quantidade tão pequena de clordano quanto 2,5 partes por milhão pode levar, finalmente, a um armazenamento de 75 partes por milhão na gordura de animais usados em experiências.

Um farmacêutico experiente como o dr. Lehman descreveu o clordano em 1950 como "um dos inseticidas mais tóxicos — qualquer um que entre em contato com ele pode ser envenenado". A julgar-se pela descuidada liberalidade com que o clordano é misturado aos pós para o tratamento dos gramados dos moradores de subúrbios norte-americanos, esse alerta não foi levado a sério. O fato de que o morador de subúrbio não é afetado instantaneamente não significa muito, porque as toxinas podem permanecer por muito tempo dormentes em seu corpo e manifestarem-se meses ou anos depois em uma doença obscura cuja origem é quase impossível de identificar. Por outro lado, a morte pode ocorrer subitamente. Uma vítima que derramou na pele acidentalmente uma solução industrial a 25% desenvolveu sintomas de envenenamento em quarenta minutos e morreu antes que pudesse receber socorro médico. Não há nenhuma garantia de que se identifique o problema com uma antecedência que possibilite que um tratamento seja efetuado a tempo.

O heptacloro, um dos componentes do clordano, é comercializado como uma formulação distinta, e apresenta uma capacidade particularmente elevada de armazenamento na gordura. Caso a dieta contenha mesmo uma quantidade tão pequena quanto a de uma parte por milhão, haverá quantidades mensuráveis de heptacloro no corpo. Ele tem também a curiosa habilidade de se transformar em uma substância quimicamente diferente conhecida como epóxido de heptacloro. Essa transformação ocorre no solo e nos tecidos de

plantas e animais. Os testes realizados em pássaros indicam que o epóxido que resulta dessa transformação é mais tóxico do que o produto químico original, que, por sua vez, é quatro vezes mais tóxico do que o clordano.

Já em meados da década de 1930 descobriu-se que um grupo especial de hidrocarbonetos, os naftalenos clorados, causava hepatite e também uma doença do fígado rara e quase invariavelmente fatal em pessoas sujeitas a exposição ocupacional. Essa substância provocou doenças e causou a morte de trabalhadores em indústrias elétricas e, mais recentemente, na agricultura, e vem sendo considerada a causa de uma doença misteriosa e geralmente fatal do gado. Diante desses antecedentes, não é de surpreender que três dos inseticidas relacionados a esse grupo estejam entre os venenos mais letais de todos os hidrocarbonetos. Esses inseticidas são a dieldrina, a aldrina e a endrina.

A dieldrina, assim batizada em homenagem ao químico alemão Diels, é cerca de cinco vezes mais tóxica do que o DDT quando ingerida, mas quarenta vezes mais tóxica quando absorvida pela pele em solução. É notória pelo rápido ataque e terrível efeito sobre o sistema nervoso, que provoca convulsões nas vítimas. As pessoas envenenadas por ela se recobram tão lentamente que se pode considerar que seus efeitos sejam crônicos. Como ocorre com outros hidrocarbonetos clorados, esses efeitos a longo prazo incluem severos danos ao fígado. A longa duração de seus resíduos e a eficaz ação inseticida tornam a dieldrina um dos inseticidas mais usados atualmente, apesar da destruição aterradora da fauna selvagem que costuma se seguir a seu uso. Em testes realizados em codornas e faisões, ela se revelou de quarenta a cinquenta vezes mais tóxica do que o DDT.

Há imensas lacunas em nosso conhecimento sobre como a dieldrina é armazenada ou distribuída no corpo, ou excretada, pois a engenhosidade dos químicos para criar inseticidas há muito tempo ultrapassou o conhecimento biológico sobre a forma como esses venenos afetam os organismos vivos. Entretanto, há indicações de sobra a respeito do prolongado armazenamento no corpo humano, onde os depósitos podem permanecer dormentes como um vulcão inativo, prestes a entrar em erupção em períodos de estresse fisiológico, quando o corpo recorre às suas reservas de gordura. Muito do que sabemos foi aprendido em penosas experiências das campanhas contra a malária empreendidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Assim que a dieldrina substituiu o DDT na tarefa de controle da malária (porque os mosquitos da malária haviam-se tornado resistentes ao DDT), começaram a ocorrer casos de envenenamento entre os trabalhadores que faziam a pulverização. Os ataques eram gravíssimos — uma quantidade variável (conforme os diversos programas) entre a metade e todos os homens afetados sofreram convulsões e muitos morreram. Alguns tiveram convulsões por períodos de até quatro meses após a última exposição. A aldrina é uma substância um tanto misteriosa, pois, embora exista como uma entidade distinta, é uma espécie de *alter ego* da dieldrina. Quando se colhem cenouras de um canteiro tratado com aldrina, verifica-se que elas contêm resíduos de dieldrina. Essa transformação ocorre em tecidos vivos e também no solo. Tais transformações alquímicas têm levado a muitos relatos equivocados, pois, se o químico, sabendo que o inseticida aplicado foi a aldrina, faz testes para verificar sua presença, será induzido ao engano, concluindo que todos os resíduos se dissiparam. Os resíduos estão lá, mas são de dieldrina, que exige um teste diferente.

Como a dieldrina, a aldrina é extremamente tóxica, e produz alterações degenerativas no fígado e nos rins. Uma quantidade do tamanho de um comprimido de aspirina é suficiente para matar mais de quatrocentas codornas. Muitos casos de envenenamento humano foram registrados, a maior parte deles relacionada ao manuseio industrial.

A aldrina, como a maioria das substâncias desse grupo de inseticidas, projeta uma sombra ameaçadora sobre o futuro: a sombra da esterilidade. Faisões alimentados com quantidades de aldrina pequenas demais para causarem sua morte botaram, não obstante, poucos ovos, e os filhotes que foram chocados morreram logo. O efeito não se limita aos pássaros. Os ratos expostos à aldrina tiveram um número menor de gravidezes e seus filhotes eram doentios e viviam pouco. Cachorrinhos nascidos de mães tratadas morreram em menos de três dias. Por uma ou outra causa, as novas gerações sofrem pelo envenenamento dos pais. Ninguém sabe se o mesmo efeito se produzirá nos seres humanos, mas essa substância química tem sido pulverizada de aviões sobre áreas suburbanas e plantações.

A endrina é o mais tóxico de todos os hidrocarbonetos clorados. Embora quimicamente mais próxima da dieldrina, uma leve torção em sua estrutura molecular torna-a cinco vezes mais venenosa. Isso faz que o ancestral de todo esse grupo de inseticidas, o DDT, pareça quase inofensivo em comparação. Ela é quinze vezes mais venenosa do que o DDT para os mamíferos, trinta vezes mais venenosa para os peixes e cerca de trezentas vezes mais venenosa para certos pássaros.

Na década em que foi usada, a endrina matou uma quantidade enorme de peixes, envenenou fatalmente o gado que transitava pelos pomares borrifados, envenenou poços e levou a uma séria advertência de pelo menos um departamento estadual de saúde nos

Estados Unidos de que seu uso imprudente estava colocando vidas humanas em perigo.

Em um dos casos mais trágicos de envenenamento por endrina não houve imprudência aparente: foram feitos esforços para a adoção de todas as precauções que se considerava adequadas. Uma criança de um ano de idade fora levada por seus pais norte-americanos para viver na Venezuela. Como foram encontradas baratas na casa para a qual haviam-se mudado, usou-se, depois de alguns dias, um *spray* contendo endrina. O bebê e o cachorrinho da família foram retirados da casa antes de a pulverização ser feita, por volta das nove horas da manhã. Depois da pulverização, os assoalhos foram lavados. O bebê e o cachorrinho foram levados de volta para casa no meio da tarde. Aproximadamente uma hora mais tarde, o cachorro vomitou, entrou em convulsões e morreu. Às dez horas da noite do mesmo dia, o bebê também vomitou, teve convulsões e perdeu a consciência. Depois desse contato fatídico com a endrina, aquela criança normal, saudável, se transformou em pouco mais do que um vegetal: não conseguia ver nem escutar, era sujeita a frequentes espasmos musculares e parecia completamente alheia ao que acontecia a seu redor. Vários meses de tratamento em um hospital de Nova York não conseguiram melhorar sua condição nem trazer esperanças de melhoria. “É extremamente duvidoso”, relataram os médicos que o atenderam, “que ele possa vir a ter qualquer grau significativo de recuperação.”

O segundo maior grupo de inseticidas, a alquila ou os fosfatos orgânicos, contém algumas das substâncias químicas mais venenosas do mundo. O principal e mais óbvio risco relacionado a seu uso é o do envenenamento agudo das pessoas que aplicam a pulverização ou que entram em contato acidentalmente com a nuvem de pulverização, com a vegetação coberta pelo produto ou com um

recipiente descartado. Na Flórida, duas crianças encontraram um saco vazio e o usaram para consertar um balanço. Pouco tempo depois, ambas morreram e três de seus amigos adoeceram. O saco havia sido usado antes para guardar um inseticida chamado paratião, um dos fosfatos orgânicos. Os testes concluíram que a morte ocorrera por envenenamento por paratião. Em outra ocasião, dois meninos em Wisconsin, primos, morreram na mesma noite. Um deles estava brincando no quintal quando o vento desviou em sua direção uma nuvem de pulverização de um campo vizinho, onde seu pai estava pulverizando batatas com paratião; o outro, também brincando, havia entrado correndo no celeiro atrás do pai e encostado a mão no bocal do equipamento de pulverização.

A origem desses inseticidas tem certo significado irônico. Embora alguns desses produtos químicos em si — ésteres orgânicos de ácido fosfórico — fossem conhecidos há muitos anos, suas propriedades inseticidas só foram descobertas por um químico alemão, Gerhard Schrader, no fim da década de 1930. Quase imediatamente o governo alemão reconheceu o valor dessas mesmas substâncias químicas como novas e devastadoras armas na guerra dos seres humanos contra sua própria espécie, e as pesquisas sobre elas foram declaradas sigilosas. Algumas dessas substâncias foram transformadas em gases nervosos mortíferos. Outras, de estrutura bastante semelhante, se tornaram inseticidas.

Os inseticidas compostos de fosfatos orgânicos agem no organismo dos seres vivos de um modo peculiar. Eles têm a habilidade de destruir enzimas — enzimas que exercem funções necessárias no corpo. O seu alvo é o sistema nervoso, quer a vítima seja um inseto, quer um animal de sangue quente. Sob condições normais, um impulso é transmitido de nervo a nervo com a ajuda de um "transmissor químico" chamado acetilcolina, uma substância que

exerce uma função essencial e depois desaparece. Com efeito, sua existência é tão efêmera que os médicos pesquisadores não conseguem, sem procedimentos especiais, colher amostras dela antes que o corpo a tenha destruído. Essa natureza transitória da substância transmissora é necessária para o funcionamento normal do corpo. Se a acetilcolina não for destruída assim que um impulso nervoso tenha sido transmitido, os impulsos continuam a ser enviados através da ponte de nervo a nervo, enquanto a substância química exerce seus efeitos de uma forma cada vez mais intensa. Os movimentos do corpo todo se tornam descoordenados: ocorrem tremores, espasmos musculares e convulsões, rapidamente seguidos pela morte.

Essas condições foram produzidas pelo corpo. Uma enzima protetora chamada colinesterase encontra-se disponível para destruir a substância química transmissora uma vez que esta não seja mais necessária. Dessa forma, um equilíbrio preciso é alcançado, e o corpo jamais acumula uma quantidade perigosa de acetilcolina. Porém, em contato com inseticidas à base de fósforo orgânico, a enzima protetora é destruída; como a quantidade da enzima se reduz, a da substância química transmissora aumenta. Nesse efeito, os compostos de fósforo orgânico se assemelham ao veneno alcaloide muscarina, encontrado em um cogumelo venenoso, a *Amanita muscaria*, também conhecida como “cogumelo mata-moscas”.

Exposições repetidas podem baixar o nível de colinesterase até que um indivíduo atinja o limite do envenenamento agudo; nessa situação, uma exposição adicional muito pequena é suficiente para que esse limite seja ultrapassado. Por essa razão, considera-se importante fazer exames de sangue periódicos em operários que aplicam os produtos e outras pessoas expostas regularmente a essas substâncias.

O paratião é um dos fosfatos orgânicos mais amplamente usados. É também um dos mais poderosos e perigosos. As abelhas ficam "muito agitadas e belicosas" em contato com ele, fazem movimentos frenéticos de limpeza e são levadas à beira da morte em cerca de meia hora. Um químico, pensando em descobrir do modo mais direto possível a dose dessa substância que seria agudamente tóxica para os seres humanos, ingeriu uma quantidade mínima, equivalente a cerca de 0,115 grama. A paralisia seguiu-se tão instantaneamente que ele não conseguiu pegar os antídotos que havia deixado preparados a seu alcance, e morreu. Sabe-se que o paratião é agora um dos instrumentos preferidos para o suicídio na Finlândia. Em anos recentes, o estado da Califórnia registrou uma média de mais de duzentos casos de envenenamento acidental por paratião anualmente. Em muitas partes do mundo, a taxa de casos fatais devido ao paratião é estarrecedora: cem casos fatais na Índia e 67 na Síria em 1958, e uma média de 336 mortes por ano no Japão.

Ainda assim, mais de 3 mil toneladas de paratião são agora aplicadas em plantações e pomares nos Estados Unidos — por meio de borrifadores de mão, pulverizadores motorizados e por avião. Só a quantidade usada nas fazendas da Califórnia poderia, segundo uma autoridade médica, "fornecer uma dose letal para uma população de cinco a dez vezes maior que a população mundial".

Uma das poucas circunstâncias que nos salvam da extinção por esse meio é o fato de o paratião e outras substâncias químicas desse grupo se decomporem com bastante rapidez. Seus resíduos nos produtos agrícolas em que foram aplicados apresentam, portanto, uma vida relativamente curta em comparação com a dos hidrocarbonetos clorados. Apesar disso, eles duram o tempo suficiente para criar riscos e produzir consequências que vão do meramente grave ao fatal. Em Riverside, na Califórnia, onze em cada

trinta colhedores de laranjas ficaram gravemente doentes e todos, menos um, tiveram de ser hospitalizados. Os sintomas eram típicos do envenenamento por paratião. Os pomares haviam sido pulverizados com paratião cerca de duas semanas e meia antes; os resíduos que reduziram aqueles trabalhadores a um sofrimento marcado por vômitos, semicegueira e semiconsciência tinham já entre dezesseis e dezenove dias de vida. E este não é, de modo algum, um recorde de persistência. Desgraças similares ocorreram em pomares pulverizados um mês antes, e foram encontrados resíduos nas cascas das laranjas seis meses após o tratamento com as doses padrão.

O risco para todos os trabalhadores que aplicam inseticidas à base de fósforo orgânico em plantações, pomares e vinhedos é tão extremo que alguns estados que usam esses produtos fundaram laboratórios onde os médicos podem obter ajuda no diagnóstico e no tratamento. Até os próprios médicos correm um certo risco, a não ser que usem luvas de borracha ao lidar com as vítimas de envenenamento. O mesmo risco se aplica às pessoas que lavam as roupas de tais vítimas, que podem ter absorvido uma quantidade suficiente de paratião para serem afetadas.

O malatião, outro fosfato orgânico, é quase tão conhecido da população quanto o DDT, sendo amplamente usado por jardineiros, em inseticidas domésticos, em pulverizações contra mosquitos e em campanhas gerais contra insetos, como a pulverização de cerca de 4 mil quilômetros quadrados de comunidades na Flórida contra a mosca-das-frutas-do-mediterrâneo. É considerado o menos tóxico desse grupo de substâncias químicas, e muitas pessoas presumem que possa ser usado livremente e sem medo de danos. A publicidade encoraja essa atitude de tranquilidade.

A alegada “segurança” do malatião se assenta em pressupostos bastante precários, embora — como acontece com frequência — isso só tenha sido descoberto depois que o agente químico já vinha sendo usado havia vários anos. O malatião é “seguro” apenas porque o fígado dos mamíferos, um órgão com extraordinários poderes protetores, torna-o relativamente inofensivo. A desintoxicação é feita por uma das enzimas do fígado. Se, entretanto, algo destruir essa enzima ou interferir em sua ação, a pessoa exposta ao malatião recebe toda a força do veneno.

Infelizmente para todos nós, oportunidades para que esse tipo de coisa aconteça são inúmeras. Há alguns anos, uma equipe de cientistas da Administração de Alimentos e Medicamentos descobriu que, quando o malatião e certos outros fosfatos orgânicos são administrados simultaneamente, o resultado é o envenenamento maciço — até cinquenta vezes mais grave do que seria previsível se somássemos as toxicidades dos dois produtos. Em outras palavras, 1/100 da dose letal de cada um dos compostos pode ser fatal quando os dois são combinados.

Essa descoberta levou a testes com outras combinações. Sabe-se agora que muitos pares de inseticidas de fosfato orgânico são altamente perigosos, pois sua toxicidade é elevada ou “potencializada” por meio da ação combinada. A potencialização parece ocorrer quando um componente destrói a enzima do fígado responsável pela desintoxicação do outro. O contato com as duas substâncias não precisa ser simultâneo. Há perigo não apenas para aquelas pessoas que aplicam um dos inseticidas em uma semana e o outro na próxima; há perigo também para o consumidor dos produtos pulverizados. Um prato de salada comum pode facilmente apresentar uma combinação de inseticidas baseados em fosfatos

orgânicos. Resíduos completamente dentro dos limites legalmente permissíveis podem interagir.

O alcance completo da perigosa interação de substâncias químicas ainda é pouco conhecido, mas descobertas alarmantes têm sido regularmente anunciadas por laboratórios científicos. Entre elas, a descoberta de que a toxicidade de um fosfato orgânico pode ser aumentada por um segundo agente que não é necessariamente um inseticida. Por exemplo, um dos agentes usados na plastificação pode ter um efeito ainda mais forte do que um outro inseticida e tornar o malatião ainda mais perigoso. Mais uma vez, isso ocorre porque ele inibe a enzima do fígado que normalmente reduziria a força do inseticida venenoso.

O que acontece com outras substâncias químicas no meio ambiente humano normal? O que acontece, em especial, com as drogas? Essas pesquisas estão apenas no início, mas já se sabe que certos fosfatos orgânicos (paratião e malatião) aumentam a toxicidade de algumas drogas usadas como relaxantes musculares, e que diversas outras (inclusive, outra vez, o malatião) aumentam acentuadamente o sono induzido por barbitúricos.

Na mitologia grega, a feiticeira Medeia, furiosa por ter sido suplantada por uma rival na afeição do marido, Jasão, presenteou a nova noiva com um manto que possuía propriedades mágicas. A usuária do manto sofreu de imediato uma morte violenta. Essa morte por vias indiretas agora encontra sua contrapartida nos chamados “inseticidas sistêmicos”. Esses inseticidas são produtos químicos com propriedades extraordinárias, usados para converter plantas ou animais em uma espécie de manto de Medeia, tornando-os realmente venenosos. Isso é feito com o objetivo de matar os insetos que entram em contato com essas plantas ou animais, principalmente por meio da sucção de sua seiva ou de seu sangue.

O mundo dos inseticidas sistêmicos é um mundo estranho, que excede a imaginação dos irmãos Grimm — talvez mais próximo ao mundo dos quadrinhos de Charles Addams, o criador de *A Família Addams*. É um mundo onde a floresta encantada dos contos de fadas se tornou a floresta venenosa em que um inseto que morde uma folha ou suga a seiva de uma planta é amaldiçoado. É um mundo onde uma pulga morde um cachorro e morre porque o sangue do cachorro foi envenenado, onde um inseto pode morrer de vapores que emanam de uma planta na qual ele nunca tocou, onde uma abelha pode levar néctar venenoso para a colmeia e então produzir mel venenoso.

O sonho dos entomologistas do inseticida introduzido na própria vítima nasceu quando trabalhadores do campo da entomologia aplicada perceberam que podiam aproveitar uma pista fornecida pela natureza: descobriram que o trigo que cresce em solo que contém selenato de sódio era imune ao ataque de afídeos ou pulgões. O selênio, um elemento que ocorre na natureza e é encontrado moderadamente em rochas e solos de várias partes do mundo, tornou-se, assim o primeiro inseticida sistêmico.

O que torna um inseticida sistêmico é a capacidade de impregnar todos os tecidos de uma planta ou animal e torná-los tóxicos. Essa propriedade é característica de algumas substâncias químicas do grupo dos hidrocarbonetos clorados e de outras substâncias do grupo dos organofósforos, todas produzidas sinteticamente, assim como de certas substâncias que ocorrem na natureza. Na prática, contudo, a maioria dos inseticidas sistêmicos provém do grupo dos organofósforos, porque o problema de resíduos é um tanto menos agudo.

Os sistêmicos atuam de outras formas insidiosas. Quando aplicados em sementes, seja por imersão, seja por revestimento combinado

com o carbono, estendem seus efeitos para a geração seguinte das plantas e produzem mudas que são venenosas para os afídeos e outros insetos sugadores. Certas hortaliças como ervilhas, feijões e beterrabas açucareiras são às vezes protegidas dessa forma. Sementes de algodão revestidas com um inseticida sistêmico foram usadas durante certo tempo na Califórnia, onde 25 trabalhadores em fazendas de cultivo do algodão no vale de San Joaquin, em 1959, foram acometidos por uma doença súbita, causada pelo manuseio de sacos de sementes tratadas.

Na Inglaterra, alguém quis saber o que acontecia quando abelhas usavam o néctar de plantas tratadas com sistêmicos. Foi feita uma pesquisa em áreas tratadas com um produto químico chamado "schradan". Embora as plantas houvessem sido pulverizadas antes que as flores se formassem, o néctar produzido depois continha o veneno. O resultado, como se poderia ter previsto, foi que o mel feito pelas abelhas também estava contaminado pelo "schradan".

O uso de sistêmicos em animais tem-se concentrado sobretudo no controle da berne do gado, um parasita que prejudica os rebanhos. Um cuidado extremo deve ser tomado a fim de criar um efeito inseticida no sangue e nos tecidos do hospedeiro sem provocar um envenenamento fatal. O equilíbrio é delicado e os veterinários do governo norte-americano descobriram que diversas pequenas doses podem esgotar gradualmente as reservas do animal da enzima protetora colinesterase, de modo que, sem nenhum aviso, uma pequena dose adicional causará o envenenamento.

Há fortes indicações de que áreas mais próximas de nossa vida cotidiana estão sendo atingidas. Agora você pode dar a seu cachorro uma pílula que, ao que se alega, o livrará das pulgas tornando seu sangue venenoso para elas. Os perigos descobertos no tratamento do gado provavelmente se aplicam ao cachorro. Até agora, ninguém

parece ter proposto um sistêmico humano que nos torne letais ao mosquito. Talvez este seja o próximo passo.

Até aqui, neste capítulo, estivemos falando sobre as substâncias químicas letais que estão sendo usadas em nossa guerra contra os insetos. E o que será que acontece na guerra simultânea que travamos contra as ervas daninhas?

O desejo de um método fácil e rápido para matar plantas indesejadas deu origem a uma série extensa e em constante crescimento de produtos químicos conhecidos como herbicidas ou exterminadores de ervas daninhas. A história de como esses produtos químicos são usados e mal usados será contada no Capítulo 6; a questão que nos preocupa aqui é se os herbicidas são venenos e se seu crescimento está contribuindo para o envenenamento do meio ambiente.

A lenda de que os herbicidas são tóxicos apenas para as plantas e não apresentam risco para a vida animal tem sido amplamente difundida, mas, infelizmente, não é verdadeira. Entre os herbicidas há uma grande variedade de substâncias químicas que agem sobre os tecidos animais tanto quanto sobre os vegetais. Elas variam muito em sua ação no organismo. Algumas são venenos gerais; outras são poderosos estimulantes do metabolismo, provocando uma elevação fatal na temperatura do corpo; algumas induzem tumores malignos quer isoladamente, quer em parceria com outras substâncias químicas; algumas atacam o material genético da espécie causando mutações genéticas. Os herbicidas, então, como os inseticidas, incluem algumas substâncias químicas muito perigosas, e seu uso descuidado, na crença de que são “seguros”, pode ter resultados desastrosos.

Apesar da competição de uma série constante de novos produtos químicos saídos dos laboratórios, os compostos de arsênico ainda

são usados com liberalidade, tanto como inseticidas (como foi dito acima) quanto como herbicidas, quando assumem a forma química do arsenito de sódio. A história de seu uso não é tranquilizadora. Como *sprays* usados para pulverizar as margens das estradas, eles têm custado a muitos fazendeiros as suas vacas e matado inúmeros animais selvagens. Como exterminadores de ervas daninhas aquáticas em lagos e reservatórios, têm tornado as águas públicas impróprias para o consumo e até mesmo para nadar. Como produto aplicado em plantações de batata para destruir as ervas rasteiras, têm cobrado um imposto pesado em termos de vidas humanas e não humanas.

Na Inglaterra, essa última prática se desenvolveu por volta de 1951 em decorrência de uma escassez de ácido sulfúrico, que era usado anteriormente para eliminar as ervas daninhas das plantações de batata. O Ministério da Agricultura considerou necessário alertar contra o risco de se entrar em campos pulverizados pelo arsênico, mas o aviso não foi compreendido pelo gado (nem, presumimos, pelos animais e aves selvagens), e relatos sobre gado envenenado pelo arsênico começaram a surgir com uma monótona regularidade. Quando a morte atingiu também a esposa de um fazendeiro devido à água contaminada pelo arsênico, uma das maiores indústrias químicas da Inglaterra (em 1959) suspendeu a produção de *sprays* de arsênico e recolheu os estoques já em mãos dos revendedores. Logo depois, o Ministério da Agricultura anunciou que, devido aos altos riscos para a população e para o gado, seriam impostas restrições ao uso de arsenitos. Em 1961, o governo australiano anunciou restrições similares. Nenhuma dessas restrições, entretanto, impede o uso desses venenos nos Estados Unidos.

Alguns compostos do “dinitro” também são usados como herbicidas. Eles estão incluídos entre os materiais mais perigosos

desse tipo em uso nos Estados Unidos. O dinitrofenol é um forte estimulante metabólico. Por essa razão, antigamente era usado como remédio para emagrecer, mas a margem entre a dose para emagrecer e a dose necessária para envenenar ou matar era estreita — tão estreita que vários pacientes morreram e muitos sofreram danos permanentes antes que o uso da droga fosse suspenso.

Uma substância química aparentada, o pentaclorofenol, às vezes conhecido como "penta", é usado tanto como herbicida quanto como inseticida, sendo com frequência pulverizado ao longo de estradas de ferro e em áreas onde se deposita lixo. O penta é extremamente tóxico para uma grande variedade de organismos, desde as bactérias até os seres humanos. Como os dinitros, o penta interfere, muitas vezes de modo fatal, nas fontes de energia do corpo, de modo que o organismo afetado é quase literalmente queimado por inteiro. O seu temível poder é ilustrado por um acidente fatal relatado recentemente pelo Departamento de Saúde da Califórnia. O motorista de um caminhão-tanque estava preparando um desfolhante de algodão misturando óleo diesel com pentaclorofenol. Quando ele estava tirando a substância química concentrada de um tambor, a torneira caiu acidentalmente. Ele pegou a torneira com a mão nua. Apesar de a ter lavado imediatamente, ficou gravemente doente e faleceu no dia seguinte.

Embora os resultados de herbicidas como o arsenito de sódio ou os fenóis sejam cruelmente óbvios, alguns outros herbicidas são mais insidiosos em seus efeitos. Por exemplo, o agora célebre exterminador da erva daninha do oxicoco, o aminotriazol, ou amitrol, é considerado uma substância de toxicidade relativamente baixa. Mas, a longo prazo, sua tendência a causar tumores malignos da tireoide pode ser muito mais significativa para a fauna selvagem e talvez também para os seres humanos.

Entre os herbicidas há alguns classificados como “mutagênicos”, ou agentes capazes de modificar os genes, ou seja, os transmissores da hereditariedade. Nós ficamos, com muita razão, estarrecidos diante dos efeitos genéticos da radiação; como, então, podemos ficar indiferentes diante do mesmo efeito causado por produtos químicos que disseminamos amplamente em nosso meio ambiente?

# Águas da Superfície e Mares Subterrâneos

DE TODOS os nossos recursos naturais, a água tornou-se o mais precioso. A maior parte da superfície da Terra é coberta por mares que a envolvem; no entanto, em meio a toda essa fartura, ainda queremos mais. Por um estranho paradoxo, a maior parte da abundante água da Terra não pode ser utilizada para a agricultura, indústria ou para o consumo humano em virtude da elevada quantidade de sais marinhos; dessa forma, a maioria da população mundial passa ou é ameaçada por uma escassez crítica. Em uma era em que o ser humano esqueceu suas origens e está cego até mesmo para suas necessidades mais básicas de sobrevivência, a água, assim como outros recursos, tornou-se uma vítima da indiferença humana.

O problema da poluição da água por pesticidas pode ser compreendido apenas no contexto, como parte do todo ao qual pertence: a poluição do meio ambiente total da humanidade. A poluição que penetra em nossos cursos de água vem de muitas fontes: o lixo radiativo dos reatores, laboratórios e hospitais; os detritos de explosões nucleares; o lixo doméstico das cidades e povoados; o lixo químico das fábricas. A esses soma-se um novo tipo de detrito — os sprays químicos usados em lavouras e jardins, florestas e campos. Muitos dos agentes químicos nesse coquetel alarmante imitam e intensificam os efeitos daninhos da radiação, e entre os próprios grupos químicos há interações, transformações e somatórios de efeito sinistros e pouco compreendidos.

Desde que os químicos começaram a fabricar substâncias que a natureza nunca inventou, os problemas com a purificação da água

tornaram-se complexos, e o perigo para os que usam a água aumentou. Como vimos, a produção desses produtos químicos sintéticos em grande escala começou na década de 1940. Atingiu agora tais proporções que um dilúvio aterrador de poluição química é lançado diariamente nos cursos de água da nação. Quando misturados inextricavelmente ao lixo doméstico e de outras origens despejados na mesma água, essas substâncias químicas às vezes desafiam a detecção pelos processos usuais. Muitas vezes não é possível nem mesmo identificá-las. Nos rios, uma variedade realmente inacreditável de poluentes se combina para produzir depósitos a que os engenheiros sanitários só podem se referir, em desespero, como "gosma". O professor Rolf Eliassen, do Instituto de Tecnologia de Massachussets, testemunhou perante uma comissão do Congresso a respeito da impossibilidade de prever o efeito somado desses produtos químicos, ou de identificar a matéria orgânica que resultará dessa mistura. "Não fazemos ideia do que é", disse o professor Eliassen. "Qual é o efeito disso sobre as pessoas? Não sabemos."

Em grau cada vez maior, os produtos químicos usados no controle de insetos, roedores ou vegetação indesejada contribuem para esses poluentes orgânicos. Alguns são aplicados deliberadamente na água a fim de destruir plantas, larvas de insetos ou peixes indesejados. Alguns se originam de pulverizações de florestas que podem abarcar entre 8 e 12 mil quilômetros quadrados de um único estado com uma pulverização dirigida contra uma única peste — pulverização que cai diretamente nos rios, ou que escoa das copas das árvores para o solo da floresta, onde se tornará parte do lento movimento da umidade que se infiltra, iniciando uma longa jornada até o mar. Provavelmente a maior parte desses agentes de contaminação são os resíduos transportados pela água dos milhares de toneladas de

produtos químicos que foram aplicados nas fazendas para o controle de insetos e roedores e que foram lavados do solo pelas chuvas, para se tornarem parte do movimento universal da água em direção ao mar.

Aqui e ali têm surgido evidências dramáticas da presença desses produtos químicos em nossos rios e até nos reservatórios públicos de água. Por exemplo, uma amostra da água potável proveniente de uma região de pomares na Pensilvânia, quando testada em peixes em um laboratório, revelou a presença de uma quantidade de inseticida suficiente para matar todos os peixes testados em apenas quatro horas. A água de um rio que drenava campos de algodão pulverizados com inseticida permaneceu letal para os peixes mesmo depois de ter passado por uma usina de tratamento, e em quinze afluentes do rio Tennessee, no Alabama, as águas de escoamento desses campos, tratadas com toxafeno — um hidrocarboneto clorado — mataram todos os peixes que viviam ali. Dois desses rios eram fontes de abastecimento municipal de água. Apesar disso, uma semana depois da aplicação do inseticida, a água continuava venenosa, um fato atestado pela morte diária de peixes-dourados suspensos em gaiolas correnteza abaixo.

Em sua maior parte, essa poluição é invisível, revelando sua presença quando centenas ou milhares de peixes morrem, porém o mais usual é que jamais seja detectada. Os químicos que cuidam da pureza da água não dispõem de testes de rotina para esses poluentes orgânicos, nem de nenhum método para removê-los. Mas, sejam detectados ou não, os pesticidas existem e, como se pode esperar de quaisquer materiais aplicados às superfícies do solo em escala tão vasta, eles agora alcançaram muitos e talvez todos os principais sistemas fluviais dos Estados Unidos.

Se alguém duvida de que as nossas águas tenham-se tornado quase universalmente contaminadas por inseticidas, deveria estudar um pequeno relatório publicado pelo Serviço de Peixes e Vida Selvagem dos Estados Unidos em 1960. O Serviço havia realizado estudos a fim de descobrir se os peixes, assim como os animais de sangue quente, armazenavam inseticidas em seus tecidos. As primeiras amostras foram recolhidas em áreas florestais no Oeste dos Estados Unidos, onde havia ocorrido a pulverização em massa de DDT para o controle do tortricídeo. Como era de esperar, todos aqueles peixes continham DDT. As descobertas realmente significativas foram feitas quando os pesquisadores compararam os resultados com um riacho em uma área remota a cerca de 48 quilômetros do ponto mais próximo de pulverização contra o tortricídeo. Esse riacho ficava rio acima em relação ao primeiro, e os dois eram separados por uma alta cascata. Não se sabia de nenhuma pulverização realizada no local. Entretanto, esses peixes também continham DDT. Será que o produto químico havia atingido esse riacho distante por meio de rios subterrâneos ocultos? Ou teria vindo pelo ar, depositando-se como resíduos na superfície do riacho? Em ainda outro estudo comparativo, foi encontrado DDT nos tecidos de peixes de um viveiro em que o abastecimento de água se originava de um poço profundo. Mais uma vez, não havia registro de pulverização local. O único meio possível de contaminação parecia ser através de águas subterrâneas.

Em todo o problema da poluição da água, provavelmente não há nada mais perturbador do que a ameaça de contaminação generalizada das águas subterrâneas. Não é possível acrescentar pesticidas à água em lugar algum sem ameaçar a pureza da água em todos os outros lugares. Raramente ou nunca a natureza funciona em compartimentos fechados e separados, e com certeza não é assim

que ela age ao distribuir o suprimento de água na Terra. A chuva, ao cair no chão, se infiltra através de poros e rachaduras no solo e na rocha, penetrando cada vez mais fundo até que finalmente alcança uma zona em que todos os poros da rocha estão cheios de água, um mar escuro sob a superfície, erguendo-se sob as montanhas, afundando sob os vales. Essa água subterrânea está sempre em movimento, às vezes em um ritmo tão lento que não se desloca mais do que 15 metros por ano, outras vezes rapidamente, em comparação, movendo-se quase 160 metros em um dia. Viaja por caminhos invisíveis até que, aqui e ali, aflora à superfície na forma de uma fonte, ou então é canalizada a fim de alimentar um poço. Mas, em sua maior parte, contribui para formar os riachos e, assim, para formar também os rios. Exceto pelas águas que entram nos riachos diretamente como chuva ou escoamento de superfície, toda a água corrente da superfície da Terra em algum momento foi água subterrânea. E, dessa forma, em um sentido muito real e assustador, a poluição das águas subterrâneas é a poluição da água em todos os lugares.

Deve ter sido por um desses mares escuros e subterrâneos que os produtos químicos venenosos viajaram desde uma fábrica no Colorado até um distrito agrícola a muitos quilômetros de distância, envenenando poços, causando doenças em humanos e animais, e prejudicando as lavouras — um episódio extraordinário que pode muito bem ser apenas o primeiro de muitos semelhantes.

A história, em resumo, é esta:

Em 1943, o Arsenal das Montanhas Rochosas do Corpo Químico do Exército, situado perto de Denver, começou a fabricar materiais bélicos. Oito anos mais tarde, os equipamentos do arsenal foram alugados a uma empresa privada de petróleo para a produção de inseticidas. Mesmo antes da mudança de operações, porém,

relatórios misteriosos começaram a aparecer. Fazendeiros a muitos quilômetros da fábrica começaram a relatar doenças desconhecidas entre os animais; queixavam-se de vultosos prejuízos às lavouras. A folhagem amarelava, as plantas não chegavam à maturação e muitos cultivos morriam rapidamente. Houve relatos de doenças entre os seres humanos, que algumas pessoas relacionaram aos demais problemas.

As águas de irrigação nessas fazendas derivavam de poços rasos. Quando as águas dos poços foram examinadas (em um estudo em 1959, de que participaram muitos órgãos estaduais e federais) descobriu-se que elas continham grande variedade de produtos químicos. Cloretos, cloratos, sais de ácido fosfórico, fluoretos e arsênico haviam sido despejados pelo Arsenal das Montanhas Rochosas em lagoas de retenção durante os anos em que esteve em funcionamento. Aparentemente as águas subterrâneas entre o arsenal e as fazendas haviam sido contaminadas, e os resíduos haviam levado de sete a oito anos para percorrer uma distância de cerca de 5 quilômetros sob o solo desde os reservatórios até a fazenda mais próxima. Essa infiltração havia continuado a se espalhar e contaminado, a seguir, uma área de extensão desconhecida. Os pesquisadores não sabiam de nenhum meio de conter a contaminação ou deter seu avanço.

Tudo isso já havia sido ruim o bastante, mas, nesse episódio, o aspecto mais misterioso e provavelmente mais significativo a longo prazo foi a descoberta do exterminador de ervas daninhas 2,4-D em alguns dos poços e nos reservatórios do Arsenal. Certamente essa presença era o bastante para explicar os danos às lavouras irrigadas com aquela água. Mas o mistério estava no fato de que o Arsenal jamais fabricara 2,4-D em nenhum estágio de suas operações.

Após um estudo longo e cuidadoso, os químicos da fábrica concluíram que o 2,4-D havia-se formado espontaneamente nos reservatórios expostos ao ar livre. Havia-se formado lá a partir de outras substâncias despejadas pelo Arsenal; na presença do ar, da água e da luz do sol, e sem a intervenção de químicos humanos, os reservatórios haviam-se tornado laboratórios químicos para a produção de um novo produto — um agente químico fatalmente daninho a boa parte da vegetação em que tocava.

Assim, a história das fazendas do Colorado e de suas lavouras prejudicadas assume um significado que transcende sua importância local. Que outros paralelos pode haver, não apenas no Colorado, mas em todos os lugares em que a poluição química atinja as águas públicas? Em lagos e rios de todos os lugares, na presença catalisadora do ar e da luz do sol, que substâncias perigosas podem nascer, geradas por produtos químicos rotulados como "inofensivos"?

Sem dúvida, um dos aspectos mais alarmantes da poluição química da água é o fato de — em rios, lagos ou reservatórios, ou até mesmo nos copos de água servidos à sua mesa de jantar — estarem misturadas substâncias químicas que nenhum químico responsável pensaria em combinar em seu laboratório. As interações possíveis entre esses produtos misturados livremente são demasiado perturbadoras para as autoridades do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, que têm expressado o temor de que a produção de substâncias prejudiciais a partir de agentes químicos comparativamente inócuos possa estar ocorrendo em uma escala bastante ampla. As reações podem ser entre dois ou mais agentes químicos, ou entre agentes químicos e os resíduos radiativos que estão sendo despejados em nossos rios em volume cada vez maior. Sob o impacto da radiação ionizante, alguns rearranjos de átomos

podem acontecer facilmente, alterando a natureza dos agentes de forma não apenas imprevisível, como incontrolável.

É claro que não são apenas as águas subterrâneas que estão ficando contaminadas, mas também as águas que se movem na superfície — riachos, rios, águas de irrigação. Um exemplo perturbador deste último caso parece estar se desenvolvendo nos refúgios nacionais de animais selvagens no lago Tule e no Klamath Inferior, ambos na Califórnia. Esses refúgios são parte de uma cadeia que inclui também o refúgio no lago Klamath Superior, próximo à fronteira do Oregon. Todos estão conectados, talvez fatidicamente, por um suprimento comum de água, e todos são afetados pelo fato de se disporem como pequenas ilhas em meio a um grande mar de terras agrícolas — terra recuperada, pela drenagem e pelo desvio de rios, do que era outrora um paraíso de aves aquáticas de pântanos e águas descobertas.

Essas terras agrícolas em torno dos refúgios são agora irrigadas pela água do lago Klamath Inferior. As águas de irrigação, recolhidas dos campos a que serviram, são então bombeadas para o lago Tule e dali para o Klamath Inferior. Todas as águas dos refúgios de animais selvagens estabelecidos nessas duas massas de água representam, portanto, a drenagem das terras de agricultura. É importante lembrar esse fato em conexão com os acontecimentos recentes.

No verão de 1960, os funcionários do refúgio recolheram centenas de pássaros mortos ou moribundos no lago Tule e no Klamath Inferior. A maioria deles pertencia a espécies comedoras de peixes — garças, pelicanos, mergulhões e gaivotas. Feita uma análise, descobriu-se que continham resíduos de inseticidas identificados como toxafeno, DDD e DDE. Descobriu-se que os peixes dos lagos também continham inseticidas; o que também era verdadeiro no plâncton. O administrador do refúgio acredita que os resíduos de pesticida estão agora se acumulando nas águas desses refúgios,

sendo carregados para lá pelo fluxo de retorno da irrigação de terras agrícolas densamente pulverizadas.

Esse envenenamento das águas reservadas para fins de conservação pode ter consequências que serão notadas por todos os caçadores de patos no Oeste dos Estados Unidos e todas as pessoas que prezam a visão e o som das revoadas de pássaros aquáticos atravessando o céu ao anoitecer. Esses refúgios, em especial, ocupam posições críticas na conservação das aves aquáticas do Oeste. Situam-se em um ponto que corresponde ao pescoço estreito de um funil, para o qual convergem todas as rotas migratórias que compõem o que é conhecido como a Rota Migratória das Aves do Pacífico. Durante a migração de outono, eles recebem muitos milhões de patos e gansos vindos das áreas de nidificação que se estendem da costa leste do mar de Bering até a baía do Hudson — três quartos de todas as aves aquáticas que vão para o sul, para os estados norte-americanos da costa do Pacífico, no outono. No verão, eles fornecem áreas de nidificação para as aves aquáticas, especialmente para duas espécies ameaçadas de extinção, o zarro (ou pato-de-cabeça-vermelha) e o pato-de-rabo-alçado-americano. Se os lagos e as lagoas desses refúgios ficarem seriamente contaminados, o prejuízo para as populações de aves aquáticas do Oeste pode ser irreparável.

Deve-se pensar na água também em termos das cadeias de vida que sustenta — desde as células verdes, tão pequenas quanto grãos de pó, do plâncton flutuante, passando pelas minúsculas pulgas-d'água até os peixes que filtram o plâncton da água e são, por sua vez, comidos por outros peixes, ou por pássaros, martas e guaxinins — em uma transferência cíclica sem fim da vida para a vida. Sabemos que os minerais necessários na água são passados de elo em elo das cadeias

alimentares. Não devemos supor que os venenos que introduzimos na água também entrarão nesses ciclos da natureza?

A resposta pode ser encontrada na incrível história do lago Clear, na Califórnia. O lago Clear fica em uma região montanhosa, cerca de 140 quilômetros ao norte de São Francisco, e sempre foi muito popular entre os pescadores. O nome “Clear” (que significa “claro” em inglês) é inapropriado, pois se trata, na verdade, de um lago bastante turvo, devido ao lodo negro e mole que cobre o fundo raso. Infelizmente para os pescadores e turistas nas praias, suas águas oferecem um hábitat ideal para um pequeno inseto, o *Chaoborus astictopus*. Embora seja parente próximo dos mosquitos, esse inseto não suga sangue e provavelmente nem se alimenta quando adulto. Entretanto, os seres humanos que compartilham seu hábitat achavam-no irritante devido a seu vasto número. Foram feitos esforços para controlá-lo, mas estes foram, em grande parte, inúteis, até que, no fim da década de 1940, os inseticidas de hidrocarboneto clorado ofereceram novas armas. O agente químico escolhido para um novo ataque foi o DDD, um parente próximo do DDT, mas que aparentemente oferecia menos ameaças aos peixes.

As novas medidas de controle tomadas em 1949 foram planejadas cuidadosamente, e poucas pessoas teriam imaginado que causariam danos. O lago foi analisado, seu volume foi calculado, e o inseticida foi aplicado em fórmula tão diluída que, para cada parte do agente químico, havia 70 milhões de partes de água. O controle dos insetos foi, a princípio, bom, mas em 1954 o tratamento teve de ser repetido, desta vez a uma proporção de uma parte de inseticida para 50 milhões de partes de água. Pensou-se que a destruição do inseto havia sido virtualmente completa.

Os meses de inverno seguintes trouxeram o primeiro sinal de que outras formas de vida haviam sido afetadas: os mergulhões-de-

pescoço-preto do lago começaram a morrer, e logo se registrou a morte de mais de uma centena deles. No lago Clear, o mergulhão-de-pescoço-preto é uma ave em fase de acasalamento e também um visitante no inverno, atraído pela abundância de peixes do lago. É uma ave de aparência magnífica e hábitos fascinantes, construindo seus ninhos flutuantes em lagos rasos do Oeste dos Estados Unidos e do Canadá. É chamado de "mergulhão-cisne" ("swan grebe") com razão, pois desliza quase sem criar ondulações na superfície do lago: o corpo baixo contrasta com o pescoço branco e a cabeça negra reluzente, que ele mantém bem eretos. O filhote recém-nascido é coberto por uma leve penugem cinzenta; em poucas horas, segue para a água e monta nas costas do pai ou da mãe, aninhando-se sob as penas de suas asas.

Após um terceiro ataque à população cada vez mais resistente de insetos, em 1957, mais mergulhões morreram. Como aconteceu em 1954, nenhuma evidência de doença infecciosa foi descoberta durante o exame das aves mortas. Mas quando alguém pensou em analisar os tecidos graxos dos mergulhões, descobriu-se que estavam cheios de DDD, na concentração extraordinária de 1.600 partes por milhão.

A concentração máxima aplicada na água foi de 1/50 parte por milhão. Como o agente químico pôde se acumular em quantidades tão prodigiosas nos mergulhões? Esses pássaros, é claro, comem peixe. Quando os peixes do lago Clear foram também analisados, o quadro começou a tomar forma — o veneno fora captado pelos organismos menores, concentrara-se e fora transmitido para os predadores maiores. Encontraram-se organismos de plâncton que continham 5 partes por milhão de inseticida (cerca de 25 vezes a concentração máxima atingida na própria água); os peixes herbívoros haviam armazenado concentrações que variavam entre

40 e 300 partes por milhão; as espécies carnívoras apresentavam as concentrações mais elevadas. Uma delas, o peixe-gato castanho, apresentava a concentração impressionante de 2.500 partes por milhão. Em uma sequência que lembra a parlenda “Cadê o toucinho que estava aqui?”: os grandes carnívoros comeram os carnívoros menores, que comeram os herbívoros, que comeram o plâncton, que absorveram o veneno da água.

Descobertas ainda mais extraordinárias foram feitas mais tarde. Nenhum traço de DDD foi encontrado na água logo após a última aplicação do produto químico. Mas o veneno não havia deixado realmente o lago; havia simplesmente penetrado no tecido da vida que o lago sustenta. Vinte e três meses após o tratamento químico haver terminado, o plâncton ainda continha até 5,3 partes por milhão. Nesse intervalo de quase dois anos, culturas sucessivas de plâncton floresceram e definharam, mas o veneno, embora não mais presente na água, havia de algum modo passado de geração em geração. E continuou a existir na vida animal do lago também. Todos os peixes, pássaros e sapos examinados um ano após as aplicações químicas terem cessado ainda continham DDD. A quantidade encontrada na carne sempre excedia em muitas vezes a concentração original na água. Entre esses hospedeiros vivos estavam os peixes que nasceram nove meses após a última aplicação de DDD, os mergulhões e as gaivotas da Califórnia, que haviam acumulado concentrações de mais de 2 mil partes por milhão. Enquanto isso, as colônias reprodutoras dos mergulhões diminuíam — de mais de mil pares antes do primeiro tratamento com inseticida para cerca de trinta pares em 1960. E até mesmo esses trinta parecem ter-se acasalado em vão, pois nenhum filhote de mergulhão foi visto no lago desde a última aplicação de DDD.

Toda essa cadeia de envenenamento, portanto, parece se apoiar sobre uma base de plantas minúsculas que devem ter sido os concentradores originais. Mas e quanto à extremidade oposta da cadeia alimentar — o ser humano que, provavelmente na ignorância de toda essa sequência de eventos, armou a sua vara de pescar, fisgou um punhado de peixes das águas do lago Clear e levou-os para fritar em casa para o jantar? Qual seria o efeito de uma forte dosagem de DDD, ou quem sabe de repetidas dosagens, sobre ele?

Embora o Departamento de Saúde Pública da Califórnia afirmasse não ver nenhum perigo, exigiu, em 1959, que o uso de DDD no lago fosse interrompido. Tendo em vista as evidências científicas da intensa potência biológica desse agente químico, a ação parece uma medida de segurança mínima. O efeito psicológico do DDD é provavelmente único entre os inseticidas, pois destrói parte da glândula adrenal — as células da camada exterior conhecidas como o córtex adrenal, que secreta o hormônio cortina. Acreditava-se que esse efeito destrutivo, conhecido desde 1948, fosse limitado aos cães, pois não foi observado em experimentos com animais como macacos, ratos ou coelhos. Parecia sugestivo, porém, que o DDD produzisse em cães uma condição bastante semelhante à que ocorre nos seres humanos na presença do Mal de Addison. Pesquisas médicas recentes revelaram que o DDD suprime violentamente a função do córtex adrenal humano. A sua capacidade de destruir células é hoje usada clinicamente no tratamento de um tipo raro de câncer que se desenvolve na glândula adrenal.

A situação do lago Clear levanta uma questão que a população precisa enfrentar: é sábio ou desejável usar substâncias com efeitos tão fortes sobre os processos fisiológicos para o controle de insetos, em especial quando as medidas de controle envolvem a introdução de produtos químicos diretamente em uma massa de água? O fato de

o inseticida ter sido aplicado em concentrações muito baixas é insignificante, como demonstra seu progresso explosivo através da cadeia natural alimentar no lago. Entretanto, o lago Clear é típico de um grande e crescente número de situações em que a solução de um problema óbvio e muitas vezes trivial cria um problema muito mais sério mas convenientemente menos perceptível. Aqui o problema foi resolvido em favor daqueles que estavam irritados com os insetos, e à custa de um risco negado, e provavelmente nem mesmo compreendido claramente, para todos aqueles que se alimentavam ou bebiam da água do lago.

É impressionante o fato de que a introdução deliberada de venenos em um reservatório esteja se tornando uma prática bastante comum. O propósito é, em geral, promover usos recreativos, embora isso implique certos custos para, depois, tratar a água a fim de que esta volte a se adequar a seu fim original, que é o de ser potável. Quando praticantes da pesca de uma área querem "melhorar" a pesca em um reservatório, persuadem as autoridades a jogar quantidades de veneno para matar os peixes indesejáveis, que são então substituídos por peixes cultivados, mais adequados ao gosto dos esportistas da pesca. Esse procedimento é de uma estranheza digna de *Alice no país das maravilhas*. O reservatório foi criado como abastecimento público de água, mas a comunidade, provavelmente sem ser consultada a respeito do projeto dos praticantes da pesca, é forçada ou a beber água contendo resíduos venenosos ou a pagar impostos para o tratamento da água para remover os venenos — tratamentos que não são, de forma alguma, nem um pouco seguros.

À medida que as águas subterrâneas e de superfície são contaminadas com pesticidas e outros produtos químicos, há o perigo de que substâncias não apenas venenosas, mas também causadoras do câncer, estejam sendo introduzidas nos suprimentos

públicos de água. O dr. W. C. Hueper, do Instituto Nacional do Câncer, alertou que “o perigo de se adquirir um câncer a partir do consumo de água contaminada crescerá consideravelmente no futuro próximo”. De fato, um estudo feito na Holanda no início da década de 1950 defende o ponto de vista segundo o qual os cursos de água poluídos podem apresentar risco de câncer. As cidades que recebiam água potável vinda de rios exibiam uma taxa de mortalidade devido ao câncer maior do que aquelas cuja água vinha de fontes presumivelmente menos suscetíveis de poluição, como os poços. O arsênico, a substância ambiental mais claramente definida como causadora de câncer nos seres humanos, está envolvido em dois casos históricos em que suprimentos de água poluídos causaram a ocorrência generalizada de câncer. Em um desses casos, o arsênico veio de montes de escória de operações de mineração; no outro, de uma rocha com alto teor natural de arsênico. Essas condições podem ser facilmente duplicadas em resultado de aplicações intensas de inseticidas à base de arsênico. O solo, nessas áreas, se torna envenenado. Então as chuvas carregam parte do arsênico para os riachos, rios e reservatórios, assim como para os vastos mares subterrâneos.

Também aqui somos lembrados de que, na natureza, nada existe sozinho. Para entender mais claramente como a poluição de nosso mundo está acontecendo, devemos agora olhar para outro recurso básico da terra: o solo.

# Os Reinos do Solo

A FINA CAMADA de solo que forma uma cobertura remendada por sobre os continentes controla a nossa existência e a de todos os outros animais terrestres. Sem o solo, as plantas terrestres como as conhecemos não cresceriam, e sem plantas, nenhum animal conseguiria sobreviver.

Entretanto, se é verdade que nossa vida baseada em agricultura depende do solo, também é igualmente verdade que o solo depende da vida, estando as suas próprias origens e a conservação de sua verdadeira natureza intimamente relacionadas com as plantas e os animais viventes. Isto porque o solo é, em parte, uma criação da vida, nascido de uma maravilhosa interação entre vida e não vida desde longas eras passadas. Os materiais geradores foram reunidos à medida que os vulcões os lançaram em torrentes ígneas, que as águas correram sobre as rochas nuas dos continentes, desgastando até mesmo o mais duro granito, e que os cinzéis das geadas e do gelo fenderam e fragmentaram as rochas. Então os seres vivos começaram a operar sua magia criadora e, pouco a pouco, esses materiais inertes se transformaram em solo. Os liquens, sendo a primeira cobertura das rochas, auxiliaram o processo de desintegração por meio de suas secreções ácidas e prepararam um lugar acolhedor para outros seres vivos. Os musgos instalaram-se nas pequenas cavidades do solo simples — um solo formado por pedaços de liquens esfarelados, por cascas de minúsculos insetos, por fragmentos de uma fauna que começava a emergir do mar.

A vida não apenas formou o solo, mas também outros seres vivos de incrível abundância e diversidade que agora existem nele; se não

fosse assim, o solo seria algo morto e estéril. Com sua presença e suas atividades, a miríade de organismos do solo tornou-o capaz de sustentar o manto verde da Terra.

O solo existe em estado de constante mudança, participando de ciclos sem começo nem fim. Novos materiais estão sendo constantemente fornecidos pelas rochas que se desintegram, à medida que a matéria orgânica se deteriora, e à medida que o nitrogênio e outros gases são trazidos dos céus pelas chuvas. Ao mesmo tempo, outros materiais são retirados, tomados em empréstimo pelas criaturas vivas para uso temporário. Mudanças químicas sutis e extremamente importantes ocorrem constantemente, convertendo elementos derivados do ar e da água em formas adequadas ao uso pelas plantas. Em todas essas mudanças, os organismos vivos são agentes ativos.

Há poucos estudos mais fascinantes, e ao mesmo tempo mais ignorados, do que esses a respeito das populações abundantes que existem nos reinos escuros do solo. Sabemos muito pouco dos laços que unem os organismos do solo uns aos outros e ao seu mundo, e ao mundo acima deles.

Talvez os organismos mais essenciais no solo sejam os menores — as hostes invisíveis de bactérias e de fungos filiformes. As estatísticas sobre sua abundância nos levam de imediato a cifras astronômicas. Uma colher de chá da camada superficial do solo pode conter bilhões de bactérias. Apesar de seu tamanho diminuto, o peso total dessas hostes de bactérias encontradas nos 30 centímetros superiores de um único acre (4.064,86 metros quadrados) de solo fértil pode conter até cerca de 500 quilogramas. Os fungos radiais, que crescem em longos e finos filamentos, são levemente menos numerosos do que as bactérias, mas, por serem maiores, seu peso total em uma determinada quantidade de solo pode ser aproximadamente o

mesmo. Ao lado das pequenas células verdes chamadas algas, esses fungos compõem a vida vegetal microscópica do solo.

As bactérias, os fungos e as algas são os principais agentes da decomposição, reduzindo os resíduos vegetais e animais a seus componentes minerais. Os vastos movimentos cíclicos de elementos químicos como o carbono e o nitrogênio pelo solo e pelo ar, bem como pelos tecidos vivos, não poderiam acontecer sem essas microplantas. Sem as bactérias fixadoras do nitrogênio, por exemplo, as plantas morreriam por falta de nitrogênio, ainda que cercadas por um oceano de ar contendo esse gás. Outros organismos formam dióxido de carbono, o qual, como o ácido carbônico, ajuda a dissolver as rochas. Ainda outros micróbios do solo efetuam diversas oxidações e reduções por meio das quais minerais como o ferro, o manganês e o enxofre são transformados e se tornam disponíveis para as plantas.

Também presentes em quantidades espantosas estão os ácaros microscópicos e os primitivos insetos sem asas chamados de poduras. Apesar de seu tamanho diminuto, eles desempenham um papel importante na decomposição dos resíduos de plantas, auxiliando a lenta conversão dos detritos do chão da floresta em solo. A especialização de algumas dessas minúsculas criaturas em suas tarefas é quase inacreditável. Várias espécies de ácaros, por exemplo, só podem começar a vida dentro das agulhas caídas de um abeto. Ali abrigados, eles digerem os tecidos internos da agulha. Quando os ácaros completam seu desenvolvimento, apenas a camada mais externa das células se conserva. A tarefa verdadeiramente desconcertante de lidar com a espantosa quantidade de material vegetal na queda anual de folhas cabe a alguns dos pequenos insetos do solo e do chão da floresta. Eles maceram e digerem as folhas, e ajudam a misturar a matéria decomposta ao solo de superfície.

Além de toda essa horda de criaturas minúsculas, mas que trabalham incessantemente, existem, é claro, muitas formas maiores, pois a vida que reside no solo vai das bactérias até os mamíferos. Alguns são moradores permanentes das camadas escuras abaixo da superfície; outros hibernam ou passam etapas bem definidas de seus ciclos de vida em câmaras subterrâneas; outros se deslocam livremente de suas tocas até o mundo da superfície. Em geral o efeito de toda essa ocupação do solo consiste em arejá-lo e melhorar tanto sua drenagem quanto a penetração de água através das camadas onde as plantas crescem.

Entre todos os maiores habitantes do solo, provavelmente nenhum é mais importante do que a minhoca. Mais de três quartos de século atrás, Charles Darwin publicou um livro chamado *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms, with Observations on Their Habits* [A formação do húmus por meio da ação dos vermes, com observações sobre os hábitos destes]. Nesse livro, Darwin forneceu ao mundo a sua primeira compreensão do papel fundamental exercido pelas minhocas como agentes geológicos do transporte do solo — um quadro que mostrava as rochas de superfície sendo gradualmente cobertas pelo solo fino que as minhocas traziam das camadas de baixo, em quantidades que chegam a várias toneladas ao ano por acre (4.064,86 metros quadrados) nas áreas mais favoráveis. Ao mesmo tempo, as porções de matéria orgânica contidas nas folhas e na grama (até 10 quilogramas por metro quadrado em seis meses) são carregadas para as tocas no subsolo e incorporadas ao solo. Os cálculos de Darwin demonstraram que o trabalho das minhocas podia acrescentar uma camada de solo com uma espessura de uma polegada e meia em um período de dez anos. E isso não é, de modo algum, tudo o que elas fazem: seus túneis arejam o solo, conservam-no bem drenado e

ajudam a penetração das raízes das plantas. A presença das minhocas eleva o poder nitrificante das bactérias do solo e diminui a putrefação do solo. A matéria orgânica é decomposta ao passar pelo aparelho digestivo dos vermes, e o solo é enriquecido por seus produtos excretados.

Essa comunidade do solo consiste, então, em uma teia de vidas entrelaçadas, cada uma relacionada de alguma forma com as outras — os seres vivos dependem do solo, mas o solo, por sua vez, só é um elemento vital da terra enquanto floresce essa comunidade que nele reside.

O problema que nos preocupa aqui é um desses que têm recebido pouca atenção: o que acontece a esses incrivelmente numerosos e vitalmente necessários habitantes do solo quando substâncias químicas venenosas são introduzidas em seu mundo, quer diretamente como "esterilizantes" do solo, quer vindos com a chuva, que trazendo consigo a contaminação letal ao se infiltrar através do dossel de folhas da floresta, dos pomares e das plantações? Será razoável supor que possamos aplicar um inseticida de amplo espectro para matar os estágios larvares subterrâneos de um inseto destruidor de plantações, por exemplo, sem também matar os insetos "bons", cuja função pode ser a essencial decomposição da matéria orgânica? Ou, então, será que poderemos usar um fungicida não específico sem também matar os fungos que moram nas raízes de muitas árvores em uma associação benéfica, que ajuda a árvore a extrair nutrientes do solo?

A simples verdade é que esse tema criticamente importante da ecologia do solo tem sido amplamente negligenciado até pelos cientistas, e quase completamente ignorado pelos responsáveis pelo controle. O controle químico dos insetos parece ter sido efetuado sob a suposição de que o solo poderia e iria tolerar qualquer quantidade

de agressões, na forma da introdução de venenos, sem revidar. A própria natureza do mundo do solo tem sido amplamente ignorada.

Com base nos poucos estudos realizados, um quadro do impacto dos pesticidas sobre o solo está emergindo lentamente. Não é de surpreender que os estudos nem sempre concordem entre si, porque os tipos de solo variam tanto que o que causa danos em um pode ser inócuo em outro. Os solos leves e arenosos sofrem muito mais intensamente do que os solos formados por húmus. Combinações de produtos químicos podem causar mais danos do que aplicações individuais. Apesar dos resultados variados, sólidas evidências dos danos estão se acumulando em um nível suficiente para causar apreensão em muitos cientistas.

Sob certas condições, as conversões e transformações químicas que ocorrem no próprio coração do mundo vivente são afetadas. A nitrificação, que torna o nitrogênio atmosférico disponível para as plantas, é um exemplo. O herbicida 2,4-D provoca a interrupção temporária da nitrificação. Em experiências recentes na Flórida, o lindano, o heptacloro e o hexacloreto de benzeno (BHC) reduziram a nitrificação depois de apenas duas semanas no solo; o BHC e o DDT exercem efeitos significativamente prejudiciais um ano após o tratamento. Em outras experiências, o BHC, a aldrina, o lindano, o heptacloro e o DDD, todos impediram as bactérias fixadoras do nitrogênio de formar os nódulos necessários nas raízes das plantas leguminosas. Uma relação curiosa, mas benéfica, entre os fungos e as raízes das plantas mais altas é seriamente rompida.

Às vezes o problema envolve a perturbação do delicado equilíbrio entre as populações, por meio do qual a natureza atinge seus objetivos de longo alcance. Aumentos explosivos em alguns tipos de organismos do solo costumam ocorrer quando outros tipos de organismos sofrem uma redução por inseticidas, o que perturba a

relação de proporção entre predador e presa. Tais mudanças podem facilmente alterar a atividade metabólica do solo e afetar sua produtividade. Podem também significar que organismos potencialmente danosos, antes mantidos sob controle, puderam escapar de seus controles naturais e aumentar a ponto de atingirem o estado de praga.

Uma das coisas mais importantes a lembrar a respeito de inseticidas no solo é a sua longa persistência, medida não em meses, mas em anos. A aldrina foi encontrada depois de quatro anos, tanto como resíduo quanto, de forma mais abundante, convertida em dieldrina. Dez anos após a aplicação, permanece no solo arenoso uma quantidade de toxafeno suficiente para matar cupins. O hexacloreto de benzeno permanece durante pelo menos onze anos; o heptacloro, ou um derivado químico mais tóxico, no mínimo nove anos. O clordano pode ser encontrado doze anos após sua aplicação em uma proporção de 15% da quantidade original.

Aplicações aparentemente moderadas de inseticidas ao longo de um período de anos podem acumular quantidades fantásticas no solo. Como os hidrocarbonetos clorados são resistentes e duradouros, cada aplicação simplesmente se acrescenta à quantidade remanescente da aplicação anterior. A velha lenda de que “meio quilo de DDT em um acre (4.064,86 metros quadrados) não faz mal nenhum” não significa nada se a aplicação é repetida. Em solos de cultivo de batata, foram encontrados até 7 quilos de DDT por acre; em solos para o cultivo de milho, até 8,5 quilos. Um estudo revelou que o lodo de uma plantação de oxicoco apresentava 15 quilogramas por acre. Os solos de pomares de macieiras parecem atingir o auge da contaminação, com o DDT se acumulando a uma taxa que quase acompanha o ritmo de sua aplicação anual. Mesmo em uma única estação, com pomares sendo pulverizados quatro ou mais vezes,

resíduos de DDT podem se acumular até uma quantidade de 13,5 a 22,5 gramas. Caso ocorram repetidas aplicações ao longo dos anos, a acumulação entre as árvores fica entre 11,5 e 27 gramas por acre; sob as árvores, até 51 gramas.

O arsênico apresenta um caso clássico de envenenamento do solo praticamente permanente. Embora o arsênico, quando aplicado em pulverizações sobre o tabaco em crescimento, tenha sido amplamente substituído por inseticidas orgânicos sintéticos desde meados da década de 1940, *a quantidade de arsênico em cigarros feitos de tabaco cultivado nos Estados Unidos aumentou mais de 300%* entre 1932 e 1952. Estudos posteriores revelaram aumentos de até 600%. O dr. Henry S. Satterlee, especialista na toxicologia do arsênico, diz que, embora os inseticidas orgânicos tenham sido, de modo geral, substituídos pelo arsênico, as plantas de tabaco continuam a absorver o antigo veneno, pois os solos das plantações de tabaco estão agora totalmente impregnados com resíduos de um veneno pesado e relativamente insolúvel, o arseniato de chumbo. Isso irá continuar a liberar arsênico na forma solúvel. O solo de uma grande proporção da terra plantado com tabaco foi submetido a um "envenamento cumulativo e quase permanente", segundo o dr. Satterlee. O tabaco plantado nos países do Mediterrâneo oriental, onde não se usam inseticidas à base de arsênico, não exibiram aumento na quantidade de arsênico.

Vemo-nos, portanto, confrontados com um segundo problema. Não basta que nos preocupemos com o que está acontecendo com o solo: precisamos também investigar em que extensão os inseticidas são absorvidos de solos contaminados e penetram nos tecidos das plantas. Isso depende, em grande parte, do tipo de solo, do cultivo e da natureza e concentração do inseticida. Os solos com teores elevados de matéria orgânica liberam quantidades menores de

venenos do que os outros. As cenouras absorvem mais inseticida do que qualquer outro cultivo estudado: se o produto químico usado tiver sido o lindano, as cenouras acumularão concentrações mais elevadas do que as que estão presentes no solo. No futuro, pode vir a ser necessário analisar os solos para escolher o inseticida mais adequado antes de se efetuar a plantação de cultivos destinados ao consumo da população. Caso contrário, até mesmo plantações que não tenham sido pulverizadas podem absorver, somente a partir do solo, uma quantidade de inseticida que as torne impróprias para a comercialização.

Esse mesmo tipo de contaminação tem criado intermináveis problemas para pelo menos um dos principais fabricantes de alimentos para bebês que se recusa a comprar frutas ou verduras nos quais tenham sido usados inseticidas tóxicos. O produto químico que lhe causou mais problemas foi o hexacloreto de benzeno (BHC), que é absorvido pelas raízes e tubérculos das plantas, anunciando sua presença por meio de um sabor e cheiro de mofo. As batatas-doces cultivadas nas plantações da Califórnia em que o BHC fora usado dois anos antes continham resíduos e tiveram de ser rejeitadas. Em certo ano, quando a empresa havia fechado contratos na Carolina do Sul para o fornecimento de toda a quantidade de batatas-doces de que necessitava, descobriu-se que uma proporção tão grande da área plantada estava contaminada que a empresa foi forçada a comprar no mercado aberto, com um prejuízo financeiro considerável. Ao longo dos anos, diversas frutas e verduras, cultivadas em diversos estados norte-americanos, tiveram de ser rejeitadas. Os problemas mais persistentes eram aqueles referentes aos amendoins. Nos estados do Sul dos Estados Unidos, os amendoins costumam ser cultivados em rotação com o algodão, cultivo em que o BHC costuma ser usado em larga escala. Os amendoins cultivados mais tarde nesse

solo absorvem quantidades consideráveis do inseticida. Na verdade, basta um traço desse inseticida para que o produto apresente o cheiro e o sabor de mofo característicos. O produto químico penetra nos amendoins e não há como removê-lo. O processamento, longe de remover o mofo, às vezes o acentua. O único procedimento possível para um fabricante determinado a excluir resíduos de BHC é rejeitar todos os produtos tratados com a substância química ou cultivados em solos contaminados com ela.

Às vezes a ameaça recai sobre a própria plantação — uma ameaça que dura tanto quanto a contaminação do inseticida no solo. Alguns inseticidas afetam plantas sensíveis como o feijão, o trigo, a cevada ou o centeio, retardando o desenvolvimento da raiz ou reduzindo o crescimento das mudas. A experiência dos cultivadores de lúpulo de Washington e Idaho é um exemplo. Na primavera de 1955, muitos desses cultivadores colocaram em ação um programa em larga escala para controlar o gorgulho da raiz do morangueiro, cujas larvas haviam-se tornado abundantes nas raízes dos lúpulos. A conselho de especialistas agrícolas e fabricantes de inseticidas, escolheram o heptacloro como agente de controle. Um ano após a aplicação do heptacloro, as vinhas da área tratada estavam murchando e morrendo. Nas áreas não tratadas, não havia problemas: os danos paravam no limite entre a área tratada e a área não tratada. As colinas foram replantadas, com grandes despesas, mas, no ano seguinte, as novas raízes também morreram. Quatro anos depois, o solo ainda continha heptacloro, e os cientistas eram incapazes de prever por quanto tempo continuaria venenoso, ou mesmo de recomendar qualquer procedimento para corrigir o problema. O Departamento Federal de Agricultura dos Estados Unidos, que ainda em março de 1959 se viu na posição anômala de declarar o heptacloro aceitável para uso no lúpulo na forma de tratamento do

solo, cancelou tardiamente seu registro para tal uso. Nesse ínterim, os cultivadores de lúpulo recorreram aos tribunais em busca de indenização. Como as aplicações de pesticidas continuam e os resíduos virtualmente indestrutíveis continuam a se acumular no solo, é quase certo que teremos problemas. Esse foi o consenso entre um grupo de especialistas que se encontrou na Universidade de Syracuse, Estados Unidos, em 1960 para discutir a ecologia do solo. Aqueles especialistas resumiram os riscos de usar “ferramentas tão potentes e tão pouco compreendidas” quanto as substâncias químicas e as radiações: “Uns poucos passos em falso da parte da humanidade podem resultar na destruição da produtividade do solo e os artrópodes poderão muito bem tomar conta do mundo”.

# O Manto Verde da Terra

A ÁGUA, O SOLO e o manto verde da Terra formado pelas plantas constituem o mundo que sustenta a vida animal em nosso planeta. Embora o homem moderno dificilmente se lembre desse fato, ele não poderia existir sem as plantas que captam a energia do sol e fabricam os alimentos básicos de que ele depende para viver. Nossa atitude em relação às plantas é singularmente estreita. Se vemos alguma utilidade imediata em uma planta, nós a cultivamos. Se, por qualquer razão, achamos sua presença indesejável, ou se ela nos é indiferente, podemos condená-la imediatamente à destruição. Além das várias plantas que são venenosas ao ser humano ou aos animais domésticos, ou que desalojam as plantas destinadas à alimentação, muitas são condenadas à destruição apenas porque, segundo nossa visão estreita, acontece de elas estarem no lugar errado na hora errada. Muitas outras são destruídas por terem o infortúnio de estarem associadas às plantas indesejadas.

A vegetação terrestre é parte de uma teia de vida em que existem relações íntimas e essenciais entre as plantas e a Terra, entre as plantas e outras plantas, entre as plantas e os animais. Às vezes não temos escolha, e somos forçados a perturbar essas relações, mas devemos fazê-lo com cuidado, com plena consciência de que o que fazemos pode ter consequências distantes no tempo e no espaço. Mas tal humildade não é característica dos prósperos negócios da "erradicação de ervas daninhas" dos dias atuais, em que vendas ascendentes e usos em expansão marcam a produção de substâncias químicas que matam plantas.

Um dos exemplos mais trágicos de nosso ataque insensato à paisagem pode ser visto nas plantações de artemísia do Oeste norte-americano, onde está sendo feita uma vasta campanha para destruir a artemísia e substituí-la por pastagens. Se já existiu uma iniciativa que precisasse ser iluminada com uma noção da história e do significado da paisagem, não há dúvida de que é esse o caso. Porque aqui a paisagem natural é eloquente, revelando a interação das forças que a criaram. Está diante de nossos olhos como as páginas de um livro aberto em que podemos ler por que a terra é como é, e por que devemos preservar sua integridade. Mas essas páginas não são lidas.

A terra das artemísias é a região dos planaltos ocidentais e dos declives mais baixos das montanhas que se erguem acima deles. Uma terra nascida da grande elevação do sistema das Montanhas Rochosas, há muitos milhões de anos. É um lugar de extremos abruptos de clima: de longos invernos em que as nevascas se precipitam das montanhas e a neve se acumula, espessa, nas planícies; de verões cujo calor é aliviado apenas por chuvas escassas, com a seca rachando o solo e os ventos secos roubando a umidade das folhas e dos caules.

Ao longo da evolução da paisagem, deve ter havido um longo período de tentativa e erro em que as plantas tentaram colonizar essas terras altas e varridas pelos ventos. Uma após a outra, elas devem ter fracassado. Finalmente, a evolução deu origem a um grupo de plantas que reunia todas as qualidades necessárias para a sobrevivência. A artemísia — de baixa altura e arbustiva — conseguia sustentar-se nos declives das montanhas e nas planícies, e dentro de suas pequenas folhas cinzentas podia guardar umidade suficiente para desafiar os ventos traiçoeiros. Não foi por acaso, e sim como resultado de longas eras de experimentação por parte da natureza, que as grandes planícies do Oeste se tornaram a terra das artemísias.

Com as plantas, também a vida animal evoluiu em harmonia com as exigências da terra. Com o tempo, dois animais se ajustaram tão perfeitamente a seu meio ambiente quanto a artemísia. Um deles foi um mamífero, o ligeiro e gracioso antílope norte-americano, *Antilocapra americana*. O outro foi um pássaro, o galo silvestre — o "galo-das-campinas" de Lewis e Clark.

A artemísia e o galo silvestre parecem feitos um para o outro. O hábitat original da ave coincidia com o hábitat da artemísia, e à medida que as terras da artemísia se reduziram, as populações de galos silvestres também se reduziram. A artemísia é tudo para essas aves das planícies. A artemísia baixa, do sopé das montanhas, abriga os ninhos e os filhotes dos galos silvestres; as artemísias mais altas e densas são áreas onde eles podem perambular e dormir; em todos os momentos, a artemísia fornece os principais alimentos para o galo silvestre. Trata-se, contudo, de uma relação de mão dupla. As espetaculares exibições dos galos silvestres em sua corte de acasalamento ajudam a afrouxar o solo embaixo e ao redor da artemísia, auxiliando a invasão das gramíneas que crescem ao abrigo dos arbustos de artemísia.

Os antílopes também ajustaram sua vida à da artemísia. Eles são, sobretudo, animais das planícies e, no inverno, quando as primeiras neves caem, aqueles que passaram o verão nas montanhas migram para regiões mais baixas. Lá a artemísia fornece o alimento que os sustenta durante o inverno. Nessa época em que todas as outras plantas perderam as folhas, a artemísia continua coberta com suas folhas verde-acinzentadas — amargas, aromáticas, ricas em proteínas, gorduras e sais minerais necessários — aderindo aos caules das plantas densas e arbustivas. Embora a neve se acumule, a copa da artemísia continua exposta, ou pode ser alcançada pelos cascos afiados e ásperos do antílope. Então o galo silvestre também

se alimenta da artemísia, encontrando-a nas saliências dos rochedos nus e expostos ao vento, ou seguindo o antílope para se alimentar nos locais em que eles escavam a neve.

Há ainda outro ser vivo que procura a artemísia. O veado-mula, uma espécie norte-americana de orelhas compridas, dela se alimenta. A artemísia pode significar a sobrevivência para os animais que pastam durante o inverno. Os carneiros pastam em muitas invernadas onde a grande artemísia arbustiva é praticamente a única planta. Durante metade do ano, ela é sua principal forragem, uma planta de maior valor energético do que o próprio feno de alfafa. As inóspitas planícies das terras altas, os desertos púrpura da artemísia, o selvagem e ágil antílope e o galo silvestre formam, assim, um sistema natural em equilíbrio perfeito. Formam? A conjugação do verbo precisa ser alterada — pelo menos nas vastas e crescentes áreas em que os seres humanos estão tentando aperfeiçoar a obra da natureza. Em nome do progresso, os órgãos de administração fundiária estão decididos a satisfazer as demandas insaciáveis dos criadores de gado por mais terras de pastagem. Com isso eles querem dizer pastos — relva sem artemísia. Assim, em uma terra onde a natureza achou adequado fazer crescer a relva misturada e sob o abrigo da artemísia, agora se propõe eliminar a artemísia e criar pastagens ininterruptas. Poucos parecem ter-se perguntado se pastagens são um objetivo estável e desejável nessa região. Por certo, a resposta da natureza foi diferente. A precipitação anual nessa terra onde as chuvas raramente caem não é suficiente para sustentar uma boa pastagem, que forme torrões; ela favorece, ao contrário, o capim arbustivo perene que cresce ao abrigo da artemísia.

Ainda assim, o programa da erradicação da artemísia foi colocado em execução durante vários anos. Diversos órgãos governamentais participaram dele; a indústria se agregou com entusiasmo para

promover e incentivar o empreendimento que cria mercados ampliados não apenas para as sementes de grama, mas para um grande sortimento de máquinas para cortar, arar e semear a grama. O mais novo acréscimo às armas é o uso de *sprays* químicos. Agora os milhões de acres das terras da artemísia são pulverizados todos os anos.

Quais são os resultados? Os efeitos finais da eliminação da artemísia e da semeadura de pastagens são amplamente conjeturais. Pessoas de longa experiência com o comportamento da terra dizem que naquela região a relva cresce melhor entre as artemísias e embaixo delas do que é possível obter com o cultivo isolado da grama, assim que a artemísia, que preserva a umidade, houver desaparecido.

Entretanto, mesmo se o programa for bem-sucedido em seu objetivo imediato, é claro que todo o tecido cuidadosamente tramado da vida foi dilacerado. O antílope e o galo silvestre irão desaparecer com a artemísia. Os veados também sofrerão, e a terra será empobrecida com a destruição dos seres vivos que a ela pertencem. Até mesmo os rebanhos, a quem se pretendia beneficiar, sofrerão; nenhuma quantidade de grama verde luxuriante no verão poderá ajudar os carneiros famintos nas tempestades de inverno pela falta da artemísia, do arbusto *Purshia tridentata* e de outras vegetações silvestres das planícies.

Este é o primeiro e mais óbvio efeito. O segundo é de uma espécie sempre associada à forma apressada e não seletiva com que se lida com a natureza: a pulverização elimina também muitas plantas que não eram o alvo visado. O juiz William O. Douglas, em seu recente livro *My Wilderness: East to Katahdin* [Meu deserto: a leste de Katahdin], relatou um exemplo aterrador de destruição ecológica provocada pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos na Floresta

Nacional de Bridger, em Wyoming. Cerca de 10 mil acres, ou 40 quilômetros quadrados, das terras da artemísia foram pulverizados pelo Serviço, que cedeu às pressões dos criadores de gado por mais pastagens. A artemísia foi morta, como se pretendia. Mas também foi morta a faixa verde, sustentadora da vida, de salgueiros que atravessava essas planícies, acompanhando os rios sinuosos. Os alces americanos tinham vivido nesse bosque cerrado de salgueiros, pois o salgueiro é, para o alce americano, o que a artemísia é para o antílope. Os castores tinham vivido ali, também, alimentando-se dos salgueiros, derrubando-os e construindo um sólido dique ao longo do pequeno rio. Por meio do trabalho dos castores, havia-se formado um lago. As trutas dos rios das montanhas raramente tinham mais do que 15 centímetros de comprimento; no lago, elas se desenvolviam tão prodigiosamente bem que muitas chegaram a pesar mais de dois quilos. As aves aquáticas também foram atraídas para o lago. Devido à presença dos salgueiros e dos castores que deles dependiam, a região era uma área recreativa muito atraente, com excelente caça e pesca.

Entretanto, com o "aperfeiçoamento" instituído pelo Serviço Florestal, os salgueiros tiveram o mesmo destino dos arbustos de artemísia, mortos pela mesma pulverização indiscriminada. Quando o juiz Douglas visitou a região em 1959, o ano da pulverização, ficou chocado ao ver os salgueiros murchos, morrendo — o "dano enorme e inacreditável". O que iria acontecer com o alce americano? Com os castores e o pequeno mundo que haviam construído? Um ano depois, ele voltou para ler as respostas na paisagem devastada. O alce americano se fora, assim como o castor. O dique principal se havia desfeito em decorrência da falta dos cuidados de seus hábeis arquitetos, e o lago havia secado. Não havia restado nenhuma das trutas grandes. Nenhuma conseguira viver no córrego que ali

permaneceu, cortando caminho por entre uma terra deserta e quente onde nenhuma sombra restara. O mundo vivente fora destroçado.

Além dos mais de 4 milhões de acres (cerca de 16 mil quilômetros quadrados) de terras de pastagem pulverizados todos os anos, enormes regiões de outros tipos de terra são também alvo de potenciais ou efetivos tratamentos químicos para o controle de ervas daninhas. Por exemplo, uma região maior do que toda a Nova Inglaterra — cerca de 50 milhões de acres, ou 200 mil quilômetros quadrados — está sob a administração de empresas de utilidade pública, e grande parte dessa área é tratada rotineiramente para "controle da mata". No Sudoeste dos Estados Unidos, estima-se que 75 milhões de acres (aproximadamente 300 mil quilômetros quadrados) de terras de algarobeira exigem algum tipo de tratamento, e a pulverização de substâncias químicas é o método mais ativamente incentivado. Uma extensão desconhecida, mas bastante ampla, de terras destinadas à produção de madeira é agora pulverizada por meio de aeroplanos a fim de erradicar as ervas daninhas das coníferas mais resistentes aos inseticidas. O tratamento de terras agrícolas com herbicidas duplicou nos dez anos que se seguiram ao ano de 1949, totalizando 53 milhões de acres (cerca de 215 mil quilômetros quadrados) em 1959. E a soma das áreas de gramados particulares, parques e campos de golfe que estão sendo tratados agora deve alcançar uma cifra astronômica.

Os exterminadores químicos de ervas daninhas são um fascinante brinquedo novo. Eles funcionam de um jeito espetacular; dão um senso vertiginoso de poder sobre a natureza àqueles que o exercitam e, quanto aos seus efeitos de longo alcance e menos óbvios, são facilmente descartados como imaginações infundadas de pessimistas. Os "engenheiros agrícolas" falam alegremente de "aradura química" em um mundo que é impelido a transformar seus

arados em pistolas de pulverização. Os responsáveis por milhares de comunidades escutam atentamente os vendedores de produtos químicos e os representantes das ávidas empresas que livrarão as margens das estradas do "mato" — a um custo. É mais barato do que ceifar, anunciam eles. Talvez assim pareça, nas linhas nítidas das cifras dos livros oficiais; mas, quando os verdadeiros custos são contabilizados, os custos não apenas em dólares mas nos muitos débitos igualmente válidos que iremos agora considerar, a maciça difusão de substâncias químicas seria encarada como mais onerosa, tanto em dólares quanto em danos infinitos à saúde a longo prazo da paisagem e de todos os diversos interesses que dela dependem.

Consideremos, por exemplo, aquela mercadoria valorizada por todas as câmaras de comércio no país — a boa vontade dos turistas em férias. Há um coro cada vez mais intenso de protestos enfurecidos contra a desfiguração das margens das estradas, outrora belas, por produtos químicos, que instalaram uma extensão de vegetação marrom, seca e murcha no lugar da beleza das samambaias e flores silvestres, dos arbustos nativos adornados com flores ou frutos. "Estamos criando uma confusão suja, marrom e moribunda nas margens de nossas estradas", escreveu uma mulher da Nova Inglaterra, furiosa, ao seu jornal. "Não é isso o que os turistas esperam, com todo o dinheiro que estamos gastando para divulgar o belo cenário."

No verão de 1960, conservacionistas de vários estados norte-americanos convergiram para uma tranquila ilha do Maine para assistir à apresentação da Sociedade Nacional Audubon por sua proprietária, Millicent Todd Bingham. As atenções, naquele dia, se concentravam na preservação da paisagem natural e da intrincada teia da vida cujos fios entrelaçados vão desde os micróbios até os seres humanos. Mas o pano de fundo de todas as conversas entre os

visitantes da ilha era a indignação diante da destruição das estradas que eles haviam percorrido para chegarem ali. Antigamente era um prazer atravessar aquelas estradas em meio a florestas perenes, margeadas por loureiros e polipódios, amieiros e ericáceas. Agora tudo era uma desolação marrom. Um dos conservacionistas escreveu sobre aquela peregrinação em agosto a uma ilha do Maine:

> *Voltei [...] furioso diante da profanação das paisagens das estradas do Maine. Onde, em anos anteriores, as estradas eram margeadas por flores silvestres e encantadores arbustos, havia apenas cicatrizes de vegetação morta por quilômetros e quilômetros [...] Do ponto de vista econômico, será que o Maine pode resistir à perda da boa vontade dos turistas a que tais vistas induzem?*

As margens das estradas do Maine são apenas um exemplo, embora especialmente triste para aqueles de nós que nutrem um profundo amor à beleza daquele estado, da destruição insensata que está ocorrendo em nome do controle dos arbustos nas margens de estrada em toda a nação norte-americana.

Os botânicos do Arboreto de Connecticut declaram que a eliminação dos belos arbustos nativos e flores silvestres atingiu as proporções de uma "crise das margens de estradas". As azáleas, os louros-da-serra, os mirtilos, as ericáceas, os viburnos, os cornisos, os loureiros, os polipódios, as rosáceas, os azevinhos, as cerejas silvestres e as ameixas silvestres estão morrendo diante do bombardeio de produtos químicos. Isso também está acontecendo com as margaridas, as margaridas-amarelas, as cenouras silvestres, as virgas-áureas e o áster de outono, que emprestavam graça e beleza à paisagem.

A pulverização de produtos químicos não só é planejada inadequadamente como também eivada de abusos como esses. Em

uma cidade do sul da Nova Inglaterra, quando o encarregado da pulverização terminou seu trabalho, restava um pouco de produto químico no tanque. Ele lançou o produto ao longo da margem das estradas de uma região florestal em que nenhuma pulverização havia sido autorizada. O resultado, a comunidade perdeu a beleza azul e dourada de suas estradas outonais, onde os ásteres e as virgas-áureas criavam um espetáculo que valia a pena vir de longe para ver. Em outra comunidade da Nova Inglaterra, uma empresa contratada alterou as especificações estaduais sobre a pulverização de produtos químicos sem o conhecimento do departamento de estradas, e pulverizou a vegetação de beira de estrada até uma altura de dois metros e meio, em vez de até um metro e vinte centímetros, que era o máximo especificado, deixando uma larga e desfigurada faixa marrom. Em uma comunidade do Massachusetts, os funcionários da cidade compraram um herbicida de um entusiástico vendedor de produtos químicos sem saber que continha arsênico. Um dos resultados da posterior pulverização da margem da estrada foi a morte de dezenas de vacas em decorrência do envenenamento por arsênico.

As árvores dentro da Área Natural do Arboreto de Connecticut foram gravemente danificadas quando a cidade de Waterford pulverizou as margens das estradas com herbicidas químicos em 1957. Árvores ainda maiores, que não foram pulverizadas diretamente, foram afetadas. As folhas dos carvalhos começaram a se encrespar e a ficar marrons, embora fosse a estação do crescimento. Então novos ramos começaram a brotar e cresceram com uma rapidez anormal, acabando por curvar-se para baixo, como os ramos de um chorão. Duas estações depois, grandes ramos dessas árvores haviam morrido, outras estavam sem folhas, e o efeito deformado, com galhos pendendo, continuava em todas as árvores.

Conheço bem um trecho de estrada onde o estilo paisagístico da própria natureza criou uma orla de amieiros, viburnos, polipódios e zimbros com efeitos sazonais variáveis acrescentados por flores vistosas ou frutas pendendo em cachos reluzentes no outono. A estrada não tinha um tráfego muito pesado a suportar; havia poucas curvas fechadas ou cruzamentos em que os arbustos pudessem obstruir a visão do motorista. Mas os pulverizadores chegaram e, ao longo de quilômetros e quilômetros, aquela estrada se transformou em um caminho a ser atravessado rapidamente, uma visão a ser tolerada apenas se fecharmos a mente a pensamentos sobre o mundo estéril e hediondo que estamos deixando nossos técnicos criarem. Todavia, aqui e ali, as autoridades haviam, de algum modo, falhado e, por um inexplicável engano, havia alguns oásis de beleza em meio ao controle austero e organizado — oásis que tornavam a profanação da maior parte da estrada ainda mais insuportável. Em tais lugares, meu espírito se elevava diante da visão dos trevos brancos ondulantes ou de nuvens de ervilhacas cor de púrpura entremeadas, aqui e ali, pelos cálices flamejantes dos lírios-do-bosque.

Tais plantas são “ervas daninhas” apenas para aqueles envolvidos na venda e na aplicação de substâncias químicas. Em um volume dos anais de uma das conferências sobre o controle de ervas daninhas que são agora regulares, li uma declaração impressionante sobre a filosofia de um exterminador de ervas daninhas. O autor defendia a destruição de plantas boas “simplesmente porque elas estão em má companhia”. Aqueles que se queixam da destruição das flores silvestres nas margens das estradas lembravam-lhe, em suas próprias palavras, antivivisseccionistas “para quem, a se julgar por suas ações, a vida de um cachorro vira-lata é mais sagrada do que as vidas das crianças”.

Para o autor desse texto, muitos de nós seriam, sem dúvida alguma, suspeitos, culpados de alguma profunda perversão de caráter, porque preferimos a visão das ervilhacas, dos trevos e dos lírios-do-bosque, em toda a sua delicada e efêmera beleza, a margens de estradas crestadas pelo fogo, os arbustos marrons e quebradiços, as samambaias que outrora erguiam alto, orgulhosas, suas rendas agora ressequidas e caídas. Pareceríamos deploravelmente fracos por tolerarmos a visão de tais "ervas daninhas", por não nos rejubilarmos com sua erradicação, por não nos enchermos de exultação porque o ser humano, mais uma vez, triunfou sobre a perversa natureza.

O juiz Douglas conta que assistiu a um encontro de funcionários agrícolas federais que estavam discutindo os protestos de cidadãos contra os planos de pulverização da artemísia que mencionei no início deste capítulo. Esses funcionários acharam muito engraçado que uma senhora idosa houvesse se manifestado contra o plano porque as flores silvestres seriam destruídas. "Entretanto, não era o direito dela de procurar um narciso ou um lírio-tigrino tão inalienável quanto o direito de um fazendeiro de procurar pastos, ou de um lenhador de reivindicar uma árvore?", pergunta este juiz humano e observador. "Os valores estéticos da natureza são nossa herança tanto quanto as veias de cobre e ouro em nossas colinas e as florestas em nossas montanhas."

Existem, é claro, outros aspectos no desejo de preservar a vegetação de nossas margens de estrada além das considerações estéticas. Na economia da natureza, a vegetação natural ocupa um lugar essencial. As cercas vivas ao longo das estradas da região rural e às margens das plantações fornecem alimento, abrigo e áreas de acasalamento para pássaros, além de lares para muitos pequenos animais. Das aproximadamente setenta espécies de arbustos e vinhas que são típicas espécies de beira de estrada, só nos estados do Leste

dos Estados Unidos, por volta de 65 são importantes para a fauna selvagem como alimento.

Essa vegetação é também o hábitat de abelhas selvagens e outros insetos polinizadores. Os seres humanos são mais dependentes desses polinizadores selvagens do que costumam perceber. Até o próprio agricultor raramente entende o valor das abelhas selvagens, e muitas vezes participa de decisões que aprovam medidas que o privam dos serviços que elas lhe prestam. Certos cultivos agrícolas e muitas plantas silvestres são parcial ou totalmente dependentes dos serviços dos insetos polinizadores nativos. Várias centenas de espécies de abelhas selvagens participam da polinização de campos cultivados — e, entre elas, cem espécies visitam somente as flores da alfafa. Sem a polinização dos insetos, a maior parte das plantas fixadoras e enriquecedoras do solo de áreas não cultivadas morreria, com consequências de longo alcance para a ecologia de toda a região. Muitas ervas, arbustos e árvores das florestas e das regiões de pastagens naturais dependem dos insetos nativos para sua reprodução; sem essas plantas muitos animais selvagens e de rebanhos encontrariam pouco alimento. Agora o cultivo limpo e a destruição, pelos produtos químicos, de sebes e ervas daninhas estão eliminando os últimos santuários desses insetos polinizadores e rompendo os fios que unem a vida à vida.

Esses insetos, tão essenciais para a nossa agricultura e, de fato, para nossa paisagem como nós a conhecemos, merecem algo melhor de nós do que a destruição insensata de seu hábitat. As abelhas domésticas e as abelhas selvagens dependem muito de “ervas daninhas” como a virga-áurea, a mostarda e o dente-de-leão para o pólen que serve como alimento para seus filhotes. A ervilhaca fornece a forragem essencial na primavera para as abelhas antes que a alfafa comece a florir, sustentando-as no início dessa estação, de

modo que elas estejam prontas para polinizar a alfafa. No outono, elas dependem das virgas-áureas em uma estação em que nenhum outro alimento se encontra disponível para estocar para o inverno. Pelo cronograma preciso e delicado típico da natureza, o aparecimento de uma das espécies de abelhas selvagens ocorre no mesmo dia em que desabrocham as flores do salgueiro. Não faltam pessoas que entendam desses assuntos, mas não são essas pessoas que ordenam a inundação de toda a paisagem com produtos químicos.

E onde estão as pessoas que supostamente entendem o valor de um hábitat adequado para a preservação da vida selvagem? Muitos deles podem também ser encontrados entre as fileiras dos que defendem os herbicidas como "inofensivos" à vida selvagem, porque os herbicidas são considerados menos tóxicos do que os inseticidas. Portanto, eles dizem, nenhum dano é causado. Mas, à medida que os herbicidas são lançados nas florestas e nos campos, nos pântanos e nas pastagens, eles estão provocando nítidas mudanças e até mesmo a destruição permanente do hábitat dos animais selvagens. Destruir os lares e o alimento da fauna selvagem talvez seja pior a longo prazo do que a matança direta.

A ironia desse ataque químico maciço contra as margens das estradas e das vias públicas é uma faca de dois gumes. Ele está perpetuando o problema que procura corrigir, pois, como a experiência tem mostrado claramente, a aplicação indiscriminada de herbicidas não controla permanentemente o "mato" das margens das estradas, e a pulverização precisa ser repetida ano após ano. O que é ainda mais irônico é que continuamos agindo assim, apesar de conhecermos um método perfeitamente adequado de pulverização seletiva, que pode proporcionar um controle a longo prazo sobre a vegetação e eliminar as seguidas pulverizações na maioria dos tipos

de vegetação. O objetivo do controle do mato nas estradas e vias públicas não é varrer da terra tudo o que não seja grama, e sim eliminar plantas com a altura suficiente para obstruir a visão dos motoristas ou interferir nos fios de energia elétrica nas vias públicas. Isso quer dizer, de modo geral, árvores. A maioria dos arbustos é baixa o suficiente para não apresentar risco; isso também acontece, sem dúvida, com as samambaias e as flores silvestres.

A pulverização seletiva foi desenvolvida pelo dr. Frank Egler ao longo dos anos que permaneceu no Museu Norte-Americano de História Natural como diretor de uma Comissão de Recomendações para o Controle de Arbustos em Vias Públicas. O processo aproveitava a estabilidade inerente à natureza, partindo do fato de que a maioria das espécies de arbustos é fortemente resistente à invasão por parte das árvores. Em comparação, as pastagens são facilmente invadidas por mudas de árvores. O objetivo da pulverização seletiva não é produzir grama nas margens de estradas e vias públicas, e sim eliminar as plantas altas e lenhosas pelo tratamento direto e preservar todas as demais plantas. Um tratamento pode ser suficiente, com uma possível segunda aplicação para espécies extremamente resistentes; daí em diante, os arbustos assumem o controle e as árvores não voltam. O melhor e mais barato controle da vegetação não são substâncias químicas, e sim outras plantas.

O método foi testado em áreas de pesquisa espalhadas por todo o Leste dos Estados Unidos. Os resultados mostram que, uma vez que tenha sido tratada adequadamente, uma área se torna estável, sem a necessidade de novas pulverizações durante no mínimo vinte anos. A pulverização muitas vezes é feita por trabalhadores a pé, usando mochilas pulverizadoras e com total controle sobre o material. Às vezes as bombas de compressão e outros equipamentos podem ser

montados em chassis de caminhões, mas não há pulverização indiscriminada. O tratamento é dirigido apenas às árvores e aos arbustos excepcionalmente altos que devam ser eliminados. A integridade do meio ambiente é, portanto, preservada; o imenso valor do hábitat dos animais selvagens permanece intacto e a beleza de arbustos, samambaias e flores silvestres não é sacrificada.

Em alguns lugares tem sido adotado o método de controle da vegetação pela pulverização seletiva. De modo geral, os costumes arraigados são difíceis de serem eliminados, e a pulverização indiscriminada continua a ser feita, a exigir pesados impostos anuais dos contribuintes e a infligir danos à teia ecológica da vida. Ela é feita, com certeza, apenas porque os fatos não são conhecidos. Quando os contribuintes entenderem que os custos da pulverização das estradas municipais poderiam ser pagos apenas uma vez a cada geração, em vez de uma vez ao ano, eles se mobilizarão e exigirão uma mudança de método.

Entre as diversas vantagens da pulverização seletiva está o fato de que ela reduz ao mínimo a quantidade de agente químico que deve ser aplicado à paisagem. Não há dispersão de material, mas, ao contrário, a aplicação concentrada na base das árvores. O dano potencial à fauna selvagem é, assim, reduzido ao mínimo.

Os herbicidas mais amplamente usados são o 2,4-D, o 2,4,5-T e compostos aparentados. Se eles são realmente tóxicos ou não, é uma questão controversa. Pessoas que pulverizaram seus gramados com o 2,4-D e se molharam com o produto desenvolveram, ocasionalmente, nevrites severas e até mesmo paralisia. Embora tais incidentes sejam aparentemente incomuns, as autoridades médicas aconselham cautela no uso de tais produtos. Outros riscos, mais obscuros, podem também decorrer do uso do 2,4-D. Demonstrou-se experimentalmente que esse produto perturba os processos

fisiológicos básicos de respiração na célula, e que imita os raios X na danificação dos cromossomos. Estudos recentes indicam que a reprodução dos pássaros possa ser negativamente afetada por esses e por alguns outros herbicidas, com aplicações em níveis bem inferiores àqueles que causam a morte.

Além de quaisquer efeitos diretamente tóxicos, alguns curiosos resultados indiretos se seguem ao uso de certos herbicidas. Descobriu-se que certos animais, tanto herbívoros selvagens quanto domésticos, passam às vezes a ser estranhamente atraídos por uma planta que foi pulverizada, muito embora esta não seja um de seus alimentos naturais. Caso se tenha usado um herbicida altamente venenoso como o arsênico, esse desejo intenso de comer a vegetação afetada leva, inevitavelmente, a resultados desastrosos. Consequências fatais podem se seguir, também, do uso de herbicidas menos tóxicos se acontecer de a própria planta ser venenosa, ou se tiver espinhos ou carrapichos. Capins venenosos nas pradarias, por exemplo, passaram a ser subitamente atraentes para o gado após a pulverização, e os animais morreram por terem tentado satisfazer esse apetite não natural. A literatura da medicina veterinária está cheia de exemplos semelhantes: porcos que comem carrapichos pulverizados e adquirem doenças graves em decorrência dessa ingestão; cordeiros que comem cardos pulverizados; abelhas envenenadas por se alimentarem de mostardas pulverizadas depois de florirem. A cerejeira brava, cujas folhas são altamente venenosas, costuma exercer uma atração fatal sobre o gado uma vez que sua folhagem tenha sido pulverizada com 2,4-D. Aparentemente o emurchecimento que se segue à pulverização (ou ao corte) torna a planta atraente. Outros exemplos são fornecidos pela tasneira. Os rebanhos normalmente evitam essa planta, a não ser que sejam forçados a recorrer a ela no fim do inverno e no início da primavera,

por falta de outra forragem. Apesar disso, os animais a devoram avidamente depois de sua folhagem ter sido pulverizada com 2,4-D.

A explicação para esse comportamento peculiar parece, em alguns casos, encontrar-se nas mudanças que o produto químico provoca no metabolismo da própria planta. Há um acentuado aumento temporário no teor de açúcar, o que torna a planta mais atraente para muitos animais.

Outro efeito curioso do 2,4-D implica consequências importantes para os animais domésticos, selvagens e, aparentemente, para os próprios seres humanos. Experiências feitas há cerca de uma década demonstraram que, depois do tratamento com esse produto químico, há um aumento abrupto no teor de nitrato do milho e da beterraba açucareira. Suspeita-se que o mesmo efeito ocorra com o sorgo, o girassol, a erva-da-fortuna, a anserina, o quenopódio e a persicária. Algumas dessas plantas são normalmente ignoradas pelo gado, mas devoradas com avidez após o tratamento com 2,4-D. Muitas mortes entre o gado têm sido atribuídas a ervas pulverizadas, segundo alguns especialistas agrícolas. O perigo está no aumento dos nitratos, pois a fisiologia peculiar dos ruminantes apresenta, de imediato um problema crítico. A maioria desses animais tem um sistema digestivo de extraordinária complexidade, inclusive o estômago dividido em quatro compartimentos. A digestão da celulose é efetuada pela ação de micro-organismos (bactérias ruminais) em um dos compartimentos. Quando o animal se alimenta da vegetação contendo um nível anormalmente elevado de nitratos, os micro-organismos do rúmen atuam sobre os nitratos, transformando-os em nitritos altamente tóxicos. Daí em diante, segue-se uma cadeia fatal de eventos: os nitritos atuam sobre os pigmentos sanguíneos, formando uma substância marrom, da cor do chocolate, na qual o oxigênio está tão firmemente preso que não consegue participar da

respiração; em decorrência, o oxigênio não é transferido dos pulmões para os tecidos. A morte ocorre em poucas horas devido à anoxia, ou falta de oxigênio. Os vários relatos de perdas entre o gado após a pastagem em locais onde as ervas foram tratadas com 2,4-D têm, portanto, uma explicação lógica. O mesmo perigo existe para animais selvagens que pertençam ao grupo dos ruminantes, como cervos, antílopes, carneiros e bodes.

Embora diversos fatores (como um tempo excepcionalmente seco) possam causar um aumento no teor de nitrato, o efeito do aumento das vendas e aplicações de 2,4-D não pode ser ignorado. A situação foi considerada suficientemente importante pela Estação Experimental de Agricultura da Universidade de Wisconsin para justificar um alerta em 1957 de que "as plantas mortas por 2,4-D podem conter grandes quantidades de nitrato". O risco estende-se aos seres humanos tanto quanto aos animais, e pode ajudar a explicar o recente aumento misterioso nas "mortes nos silos". Quando milho, aveia ou sorgo contendo grandes quantidades de nitratos são guardados em silos, eles liberam gases venenosos de óxido de nitrogênio, criando um risco letal para qualquer um que entre no silo. Apenas algumas poucas aspirações de um desses gases pode causar uma pneumonia química difusa. Em uma série de casos desse tipo estudados pela Faculdade de Medicina da Universidade do Minnesota, todos, exceto um, terminaram de modo fatal.

"Mais uma vez estamos andando pela natureza como um elefante em uma loja de louças." É assim que C. J. Briejèr, um cientista holandês de rara percepção, resume o nosso uso de herbicidas. "Em minha opinião, estamos também presumindo que sabemos o suficiente a respeito de muitas coisas. Não sabemos se todas as ervas daninhas nos cultivos são mesmo daninhas ou se algumas delas são úteis", diz o dr. Briejèr.

Raramente se pergunta: “Qual é a relação entre a erva daninha e o solo?”. Talvez, mesmo do nosso ponto de vista estreito baseado no interesse próprio direto, a relação existente seja útil. Como já vimos, o solo e os seres vivos que existem sobre ele vivem em uma relação de interdependência e benefício mútuo. Presume-se que a erva daninha esteja retirando algo do solo; talvez ela também esteja contribuindo para ele de alguma forma. Um exemplo prático foi dado recentemente pelos parques de uma cidade da Holanda. As rosas não estavam bem. As amostras de solo mostravam grandes infestações de minúsculos vermes nematoides. Os cientistas do Serviço Holandês de Proteção às Plantas não recomendou pulverizações ou tratamentos do solo com produtos químicos; em vez disso, sugeriu que se plantassem cravos-de-defunto entre as rosas. Essa planta, que os puristas considerariam, sem dúvida alguma, uma erva daninha em qualquer canteiro de rosas, excreta uma substância a partir das suas raízes que mata os nematoides do solo. O conselho foi seguido: em alguns canteiros, foram plantados cravos-de-defunto; outros foram deixados sem essas plantas, para fins de controle. Os resultados foram impressionantes. Com a ajuda dos cravos-de-defunto, as rosas floresceram; nos canteiros em que eles não haviam sido plantados, as rosas continuavam doentes e caídas. Os cravos-de-defunto são agora usados em muitos lugares para combater os nematoides.

Da mesma forma, e talvez de modo bastante ignorado para nós, outras plantas que erradicamos cruelmente podem estar cumprindo uma função que é necessária para a saúde do solo. Uma função bastante útil das comunidades naturais de plantas — agora geralmente estigmatizadas como “ervas daninhas” — é servir como um indicador da condição do solo. Essa útil função é, obviamente, perdida quando se usam herbicidas químicos.

Aqueles que acham que pulverizar resolve todos os problemas também negligenciam uma questão de grande importância científica: a necessidade de preservar algumas comunidades naturais de plantas. Essas comunidades são necessárias como padrões em relação aos quais podemos medir as alterações provocadas por nossas próprias atividades. Elas são necessárias como hábitats selvagens nos quais populações originais de insetos e outros organismos podem ser mantidas, pois, como será explicado no Capítulo 16, o desenvolvimento da resistência a inseticidas está alterando os fatores genéticos dos insetos e talvez também de outros organismos. Um cientista chegou a sugerir que alguma espécie de "zoológico" devesse ser criada para preservar insetos, ácaros e organismos semelhantes antes que sua composição genética seja alterada de modo mais profundo.

Alguns especialistas alertam a respeito de modificações sutis, mas de grande alcance, na vegetação como resultado do uso crescente de herbicidas. O produto químico 2,4-D, ao matar as plantas latifoliadas, permite que a grama prolifere em virtude da reduzida competição — agora alguns tipos de grama se tornaram "ervas daninhas", apresentando um novo problema de controle e reiniciando o ciclo. Essa estranha situação é reconhecida em um número recente de uma revista dedicada a problemas agrícolas: "Com o uso disseminado do 2,4-D para controlar as ervas daninhas latifoliadas, as gramíneas, em particular, estão cada vez mais se transformando em uma ameaça às plantações de milho e soja".

A carpineira, uma maldição para aqueles que sofrem da febre do feno, oferece um exemplo interessante do modo como os esforços para controlar a natureza muitas vezes saem pela culatra. Muitos milhares de galões de substâncias químicas têm sido descarregados nas margens das estradas em nome do controle das carpineiras. Mas

a triste verdade é que a pulverização indiscriminada está resultando em mais carpineiras, não menos. A carpineira é uma planta anual; suas mudas necessitam de solo aberto para se firmarem todos os anos. A nossa melhor proteção contra essa planta é, portanto, a preservação de densos arbustos, samambaias e outras plantas perenes. A pulverização frequente destrói essa vegetação protetora e cria áreas abertas, descampadas, que a carpineira se apressa em ocupar. É provável, além disso, que a quantidade de pólen na atmosfera não esteja relacionada à presença da carpineira de beira da estrada, mas à carpineira de terrenos nas cidades e nos campos alqueivados.

As vendas em escalada de herbicidas químicos contra o capim-sanguinário são outro exemplo da rapidez com que métodos inadequados são adotados. Há uma forma mais barata e melhor de remover o capim-sanguinário do que tentar, ano após ano, matá-lo com produtos químicos. A solução é dar a ele uma competição de um tipo ao qual ele não consegue sobreviver: a competição com outras gramíneas. O capim-sanguinário existe apenas em gramados não saudáveis. É um sintoma, não uma doença em si. Ao fornecer um solo fértil e dar às gramíneas desejadas as condições adequadas, é possível criar um meio ambiente onde o capim-sanguinário não consegue crescer, pois ele requer espaço aberto no qual possa reiniciar seu ciclo a partir da semente a cada ano.

Em vez de tratar o problema principal, os moradores dos subúrbios — aconselhados por horticultores que, por sua vez, foram aconselhados por fabricantes de produtos químicos — continuam a aplicar quantidades verdadeiramente espantosas de exterminadores do capim-sanguinário em seu gramado todos os anos. Vendidos sob nomes comerciais que não dão nenhuma pista sobre sua composição, muitos desses preparados contêm venenos como o mercúrio, o

arsênico e o clordano. A aplicação das proporções recomendadas deixa quantidades descomunais desses produtos químicos nos gramados. Os usuários de um desses produtos, por exemplo, aplicam quase 30 quilos de clordano técnico por acre (aproximadamente 7 quilos por mil metros quadrados), caso sigam as instruções. Se usarem outro dos vários produtos disponíveis, aplicarão 80 quilos de arsênico metálico por acre (quase 20 quilos por mil quilômetros quadrados). A quantidade de pássaros mortos, como veremos no Capítulo 8, é perturbadora. Quão letais esses gramados podem ser para os seres humanos é algo que não sabemos.

O sucesso da pulverização seletiva na vegetação das margens de estradas e vias públicas onde tem sido praticada oferece esperança de que outros métodos ecológicos igualmente adequados possam ser desenvolvidos para outros programas de controle da vegetação em fazendas, florestas e pradarias — métodos que não visem apenas a destruir uma espécie em particular, e sim a gerenciar a vegetação como uma comunidade viva.

Outras sólidas realizações mostram o que pode ser feito. O controle biológico tem alcançado alguns de seus sucessos mais espetaculares no campo do controle da vegetação indesejada. A própria natureza tem enfrentado muitos dos problemas que agora nos importunam, e ela os tem resolvido, geralmente, a seu próprio modo, e com sucesso. Quando o ser humano se mostrou inteligente o bastante para observar e imitar a natureza, ele, também, foi muitas vezes recompensado com o sucesso.

Um notável exemplo no campo do controle de plantas indesejadas é o modo como se tem lidado com o problema do hipericão na Califórnia. Embora o hipericão, ou catinga-de-bode, seja nativo da Europa (onde é chamado “erva-de-são-joão”), ele acompanhou os seres humanos em suas migrações para o Oeste, surgindo pela

primeira vez nos Estados Unidos em 1793, perto de Lancaster, na Pensilvânia. Por volta de 1900, alcançara a Califórnia, nas vizinhanças do rio Klamath — de onde se origina o nome dessa erva nos Estados Unidos, “klamath”. Em 1929, já havia ocupado mais de 400 quilômetros quadrados das pradarias e, em 1952, havia invadido cerca de 10 mil quilômetros quadrados.

O hipericão, ao contrário de plantas nativas como a artemísia, não se adaptam à ecologia da região, e nenhuma das outras plantas nem os animais necessitam de sua presença. Ao contrário: em todos os lugares onde o hipericão surgiu, os rebanhos se tornaram “sarnentos, com úlceras na boca e mirrados” por se alimentarem dessa planta tóxica. O valor das terras se reduziu, pois era como se o hipericão fosse um locatário que ninguém conseguia despejar.

Na Europa, o hipericão, ou erva-de-são-joão, nunca se tornou um problema, porque, com a planta, se desenvolveram várias espécies de insetos que se alimentavam dela em quantidades tão grandes que sua expansão era severamente limitada. Em particular, duas espécies de escaravelhos do sul da França, do tamanho de uma ervilha e de cor metálica, adaptaram sua vida tão completamente à presença da erva que se alimentam apenas dela e se reproduzem apenas sobre ela.

Foi um acontecimento de importância histórica quando os primeiros carregamentos desses escaravelhos foram transportados para os Estados Unidos, em 1944, pois essa foi a primeira tentativa na América do Norte de controlar uma planta com um inseto que dela se alimentava. Por volta de 1948, ambas as espécies haviam-se tornado tão bem adaptadas que não foram necessárias mais importações. A disseminação foi efetuada coletando-se os escaravelhos nas colônias originais e redistribuindo-os na proporção de milhões por ano. Em áreas pequenas, os escaravelhos cuidam de sua própria dispersão, avançando assim que o hipericão morre e

localizando novas plantações da erva com grande precisão. À medida que os escaravelhos reduzem a quantidade da erva, as plantas desejáveis que haviam sido expulsas pelo hipericão conseguem retornar.

Uma inspeção de dez anos completada em 1959 mostrou que o controle do hipericão havia sido "mais eficaz do que o esperado até pelos entusiastas", tendo a erva sido reduzida à mera proporção de 1% de sua quantidade anterior. Essa infestação simbólica não causa danos e, na verdade, é necessária para preservar a população de escaravelhos, como proteção contra um futuro aumento da erva.

Outro exemplo extraordinariamente bem-sucedido e econômico do controle de ervas daninhas ocorreu na Austrália. Com o hábito dos colonizadores de levar plantas ou animais para o novo país, um certo capitão Arthur Phillip havia levado diversas espécies de cactos para a Austrália por volta de 1787, com a intenção de usá-los na cultura de cochonilhas para a produção de tinturas. Alguns dos cactos ou figos-da-índia escaparam de seus jardins e, por volta de 1925, podiam ser encontradas cerca de vinte espécies crescendo livremente. Não tendo controles naturais nesse novo território, eles se espalharam prodigiosamente, acabando por ocupar cerca de 250 mil quilômetros quadrados. Pelo menos metade dessas terras estavam tão densamente cobertas pelos cactos que se tornou inútil.

Em 1920, foram enviados entomologistas australianos para a América do Norte e América do Sul para estudar os insetos inimigos dos figos-da-índia em seu hábitat nativo. Depois de experimentarem diversas espécies, três bilhões de ovos de uma mariposa argentina foram espalhados pela Austrália em 1930.

Sete anos depois, a última densa população de figos-da-índia havia sido destruída, e as áreas outrora inabitáveis foram reabertas para povoação e pastagens. A operação toda custara menos de um pêni

por acre. Em contraste, as tentativas insatisfatórias de controle químico nos anos anteriores haviam custado cerca de dez libras por acre.

Esses dois exemplos sugerem que o controle extremamente eficaz de muitos tipos de vegetação indesejada pode ser alcançado prestando-se mais atenção ao papel dos insetos que se alimentam de plantas. A ciência da administração de áreas de pastagens tem ignorado, de modo geral, essa possibilidade, embora esses insetos talvez sejam os mais seletivos de todos os comedores de gramíneas e suas dietas altamente especializadas poderiam com facilidade ser usadas em benefício dos seres humanos.

# Devastação Desnecessária

À MEDIDA QUE O SER HUMANO AVANÇA rumo a seu objetivo proclamado de conquistar a natureza, ele vem escrevendo uma deprimente lista de destruições, dirigidas não só contra a Terra em que ele habita como também contra os seres vivos que a compartilham com ele. A história dos séculos recentes tem suas páginas negras — a matança do búfalo nas planícies do Oeste, o massacre das aves marinhas efetuado pelos caçadores mercenários, o quase extermínio das garças por causa de sua plumagem. Agora, a essas devastações e outras semelhantes, estamos acrescentando um novo capítulo e um novo tipo de devastação — a matança direta de pássaros, mamíferos, peixes e, na verdade, praticamente todas as formas de vida selvagem por inseticidas químicos pulverizados indiscriminadamente sobre a terra.

De acordo com a filosofia que agora parece guiar nossos destinos, nada nem ninguém deve se colocar no caminho do homem armado com um pulverizador. As vítimas incidentais dessa cruzada contra os insetos não são levadas em conta. Se, por acaso, pintarroxos, faisões, guaxinins, gatos ou mesmo rebanhos residem no mesmo pedaço de terra que os insetos visados e são atingidos pela chuva de venenos exterminadores de insetos, ninguém deve protestar.

O cidadão que desejar fazer um julgamento imparcial sobre as perdas na fauna selvagem está, atualmente, diante de um dilema. De um lado, os conservacionistas e muitos biólogos da fauna selvagem afirmam que as perdas têm sido graves e, em alguns casos, catastróficas. De outro, os órgãos de controle tendem a negar terminante e categoricamente que tais perdas tenham ocorrido, ou

que tenham alguma importância, se chegaram a ocorrer. Em qual dos lados devemos acreditar?

A credibilidade das testemunhas é de importância primordial. O biólogo profissional que se dedica ao estudo da fauna selvagem do local é, com certeza, mais bem qualificado para identificar e interpretar as perdas verificadas na vida selvagem. O entomologista, que é especialista em insetos, não é tão qualificado pelo seu treinamento e não se encontra psicologicamente disposto a procurar por efeitos colaterais indesejáveis em seu programa de controle. Ainda assim, são os entomologistas os encarregados do controle nos governos estaduais e federal — junto, é claro, com os fabricantes de produtos químicos — e que negam peremptoriamente os fatos relatados pelos biólogos e declaram que há poucos indícios de danos à vida selvagem. Como o sacerdote e o levita na história bíblica, eles decidem atravessar para o outro lado e não ver nada. Mesmo se nós, caridosamente, justificarmos seus desmentidos atribuindo-os à miopia do especialista e da pessoa que tem interesses em jogo, isso não significa que os devamos aceitar como testemunhas qualificadas.

O melhor jeito de formarmos nosso próprio julgamento é observar alguns dos principais programas de controle e recolher informações, entre observadores que conheçam os detalhes da vida selvagem e que não sejam tendenciosos em favor dos produtos químicos, a respeito do que exatamente vem acontecendo em decorrência da chuva de venenos que vem caindo dos céus sobre o reino selvagem.

Para o observador de pássaros, o morador de subúrbio que se alegra com os pássaros em seu jardim, o caçador, o pescador ou o explorador de regiões selvagens, tudo o que destrói a fauna selvagem da região, mesmo que por apenas um ano, priva-o de um prazer a que ele tem o legítimo direito. Esse é um ponto de vista válido. Mesmo que, como tem acontecido às vezes, alguns dos pássaros,

mamíferos e peixes consigam se restabelecer após uma única pulverização, um grande dano real foi perpetrado.

Mas tal restabelecimento dificilmente ocorre. A pulverização tende a se repetir, e os casos em que as populações silvestres sofrem uma única exposição da qual conseguem se recobrar são raros. O que costuma acontecer é um meio ambiente envenenado, uma armadilha letal em que perecem não apenas as populações residentes, mas também aquelas que chegam ao local em migrações. Quanto maior a área pulverizada, mais grave o dano, porque não resta nenhum oásis de segurança. Agora, em uma década marcada pelos programas de controle de insetos em que muitos milhares ou mesmo milhões de acres (4.064,86 metros quadrados) são pulverizados em conjunto, uma década em que a pulverização privada e comunitária tem crescido constantemente, os registros de destruição e morte da fauna selvagem norte-americana têm-se acumulado. Vamos analisar alguns desses programas e verificar o que está acontecendo.

Durante o outono de 1959, mais de 100 mil quilômetros quadrados do sudeste de Michigan, inclusive diversos subúrbios de Detroit, foram intensamente pulverizados, de avião, com pastilhas de aldrina, um dos mais perigosos de todos os hidrocarbonetos clorados. O programa foi dirigido pelo Departamento de Agricultura de Michigan com a colaboração do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Seu objetivo anunciado era o controle do besouro-japonês.

Poucas justificativas foram apresentadas para essa drástica e perigosa ação. Ao contrário: Walter P. Nickell, um dos mais conhecidos e bem informados naturalistas do estado, que passa longos períodos em trabalhos de campo no sul de Michigan, todos os verões, declarou:

> *Durante mais de trinta anos, pelo meu conhecimento direto, o besouro-japonês esteve presente na cidade de Detroit em*

> *pequena quantidade. Essa quantidade não apresentou nenhum aumento apreciável em todos esses anos. Estou para ver um único besouro-japonês [em 1959], além dos poucos apanhados pelas armadilhas do governo em Detroit [...] Tudo está sendo mantido em um sigilo tão completo que ainda não fui capaz de obter nenhuma informação que confirme que a quantidade de besouros tenha aumentado.*

Um comunicado oficial emitido pelo órgão estadual apenas declarava que o besouro havia "feito sentir sua presença" nas áreas designadas para o ataque aéreo contra ele. Apesar da falta de justificativa, o programa foi lançado; o Estado forneceu a mão de obra e supervisionou a operação; o governo federal entrou com o equipamento e com mão de obra adicional, e as comunidades pagaram pelo inseticida.

O besouro-japonês, um inseto acidentalmente importado pelos Estados Unidos, foi descoberto em Nova Jersey em 1916, quando uns poucos besouros brilhantes, de uma cor verde metálica, foram avistados em um viveiro de plantas perto de Riverton. Os besouros, a princípio não reconhecidos, foram finalmente identificados como os habitantes comuns das principais ilhas do Japão. Aparentemente, eles haviam entrado nos Estados Unidos em remessas para viveiros de plantas importadas antes que se estabelecessem restrições, o que veio a ocorrer em 1912.

A partir de seu ponto de entrada, o besouro-japonês se espalhou livremente por muitos dos estados a leste do Mississipi, onde as condições de temperatura e a pluviosidade lhes são adequadas. Todos os anos, algum movimento para além dos limites de sua distribuição costuma ocorrer. Nas áreas a leste, onde os besouros se estabeleceram há mais tempo, foram feitas tentativas de se implantar controles naturais. Onde isso se fez, as populações de besouro se

mantiveram relativamente em níveis baixos, como atestam diversos registros.

Apesar dos registros de um controle razoável nas áreas do Leste, os estados do Meio-Oeste, agora situados na orla de alcance do besouro, lançaram um ataque digno do mais letal inimigo, em vez de apenas um inseto moderadamente destrutivo, empregando os mais perigosos produtos químicos distribuídos de uma forma que expõe o maior número possível de pessoas, seus animais domésticos e toda a vida selvagem ao veneno destinado ao besouro. Em resultado, esses programas contra o besouro-japonês causaram uma estarrecedora destruição da vida animal e expuseram os seres humanos a um perigo inegável. Partes de Michigan, Kentucky, Iowa, Indiana, Illinois e Missouri estão sendo vítimas de uma chuva de produtos químicos em nome do controle do besouro.

A pulverização em Michigan foi um dos primeiros ataques aéreos em ampla escala contra o besouro-japonês. A escolha da aldrina, um dos mais letais de todos os produtos químicos, não foi determinada por nenhuma adequação peculiar ao controle do besouro-japonês, mas simplesmente pelo desejo de economizar dinheiro — a aldrina era o mais barato dos produtos disponíveis. Embora o estado, em comunicado oficial à imprensa, tenha reconhecido que a aldrina é um "veneno", deu a entender que não haveria riscos para os seres humanos nas áreas densamente povoadas em que o produto químico foi aplicado. (A resposta oficial à pergunta "Que precauções devo tomar?" era "Quanto a você mesmo, nenhuma".) Um funcionário da Agência Federal de Aviação dos Estados Unidos foi citado mais tarde pela imprensa local como tendo dito que "esta é uma operação segura", e um representante do Departamento de Parques e Recreação de Detroit acrescentou, em tom tranquilizador, que "o pó é inofensivo para os seres humanos e não irá afetar as plantas nem os

animais de estimação". Deve-se presumir que nenhum desses funcionários consultou os relatórios publicados e amplamente disponíveis do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, nem do Serviço de Peixes e Vida Selvagem, e outras evidências da natureza extremamente venenosa da aldrina.

Agindo de acordo com a lei do controle de pestes de Michigan, que permite que o estado pulverize indiscriminadamente sem notificar ou obter a permissão de proprietários de terra individuais, os aviões começaram a fazer um voo rasante sobre a área de Detroit. As autoridades municipais e a Agência Federal de Aviação foram imediatamente assediadas por telefonemas de cidadãos preocupados. Depois de receberem quase oitocentas chamadas em apenas uma hora, a polícia implorou às estações de rádio e televisão e aos jornais que "contassem aos observadores o que eles estão vendo e lhes dissessem que era seguro", segundo o *Detroit News*. O funcionário da Agência Federal de Aviação encarregado da segurança garantiu ao público que "os aviões são cuidadosamente supervisionados" e "são autorizados a voar baixo". Em uma tentativa um tanto equivocada de tranquilizar a população, ele acrescentou que os aviões tinham válvulas de emergência que lhes permitiriam lançar fora toda a carga instantaneamente. Isso, felizmente, não foi feito, mas à medida que os aviões realizavam seu trabalho, as pastilhas de inseticida caíam tanto sobre os besouros quanto sobre as pessoas, em uma chuva de veneno "inofensivo" que caía sobre as pessoas que faziam compras ou iam para o trabalho, e sobre as crianças que saíam da escola para o almoço. As donas de casa varreram o pó para longe da soleira de sua casa e calçada, onde, ao que se dizia, ele "parecia neve". Como observou mais tarde a Sociedade Audubon de Michigan, "nos espaços entre as telhas, nos beirais das calhas, nas fendas dos troncos e ramos, as pequenas

pastilhas brancas de aldrina e argila, menores do que uma cabeça de alfinete, alojavam-se aos milhões [...] Quando vieram a neve e a chuva, cada poça se tornou uma poção venenosa em potencial".

Uns poucos dias após a operação de pulverização, a Sociedade Audubon de Detroit começou a receber telefonemas a respeito dos pássaros. Segundo a secretária da Sociedade, a sra. Ann Boyes, "a primeira indicação de que as pessoas estavam preocupadas com a pulverização foi um telefonema que recebi na manhã de domingo, de uma mulher que relatou que, ao chegar da igreja, viu um número alarmante de pássaros mortos ou moribundos. Lá a pulverização havia sido feita na quinta-feira. Ela disse que não havia pássaro nenhum voando na região, que encontrara pelo menos uma dúzia [de pássaros mortos] em seu quintal e que os vizinhos haviam encontrado esquilos mortos". Todos os outros telefonemas recebidos pela sra. Boyes naquele dia relatavam "muitos pássaros mortos e nenhum pássaro vivo [...] As pessoas que mantinham alimentadores de pássaros em suas residências diziam que não havia nenhum pássaro em seus alimentadores". Os pássaros moribundos recolhidos exibiam os sintomas típicos de envenenamento por inseticida — tremores, perda da capacidade de voar, paralisia, convulsões.

Os pássaros não foram as únicas formas de vida imediatamente afetadas. Um veterinário da região relatou que seu consultório estava cheio de clientes que levaram seus cães e gatos que haviam adoecido de repente. Os gatos, que alisam os pelos e lambem as patas tão meticulosamente, pareciam ser os mais afetados. Neles, a doença tomou a forma de uma forte diarreia, vômitos e convulsões. O único conselho que o veterinário pôde dar a seus clientes foi que não deixassem os animais saírem sem que houvesse necessidade, ou que lavassem suas patas imediatamente caso eles o fizessem. (Considerando-se que os hidrocarbonetos clorados não podem ser

lavados nem mesmo de frutas ou verduras, essa medida não era muito útil em termos de proteção.)

Apesar da insistência do Comissário de Saúde do município e do condado de que os pássaros deviam ter sido mortos "por algum outro tipo de pulverização" e de que o surto de irritações de garganta e do peito que se seguiu à exposição à aldrina devia ter sido causado por "outra coisa", o Departamento de Saúde local recebeu uma série constante de reclamações. Um conhecido médico internista de Detroit foi chamado para tratar quatro pacientes menos de uma hora depois que eles haviam sido expostos enquanto observavam o trabalho dos aviões. Todos apresentavam sintomas semelhantes: náusea, vômitos, calafrios, febre, extrema fadiga e tosse.

A experiência de Detroit se repetiu em muitas outras comunidades à medida que aumentaram as pressões para combater o besouro-japonês com produtos químicos. Em Blue Island, Illinois, centenas de pássaros mortos ou moribundos foram recolhidos. Os dados coletados por anilhadores de aves sugerem que 80% dos pássaros canoros foram sacrificados. Em Joliet, llinois, cerca de 12 quilômetros quadrados foram tratados com heptacloro em 1959. Segundo relatórios de um clube local de esportistas praticantes de caça e pesca, a população de pássaros na área tratada foi "praticamente exterminada". Coelhos, arganazes, gambás e peixes mortos foram também encontrados em grandes quantidades, e uma das escolas da região transformou a coleta de pássaros envenenados pelo inseticida em um projeto de ciências.

Talvez nenhuma comunidade tenha sofrido mais em nome de um mundo sem besouros do que Sheldon, no leste de Illinois, e as regiões vizinhas no condado de Iroquois. Em 1954, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e o Departamento de Agricultura de Illinois deram início a um programa para erradicar o besouro-

japonês em sua linha de avanço rumo a Illinois, oferecendo a esperança e, na verdade, a garantia, de que a pulverização intensiva destruiria as populações do inseto invasor. A primeira "erradicação" ocorreu naquele ano, quando se aplicou dieldrina em cerca de 5,5 quilômetros quadrados por via aérea. Outros 10,5 quilômetros quadrados foram tratados de forma semelhante em 1955, e a tarefa foi, presumivelmente, considerada cumprida. Entretanto, cada vez mais tratamentos com substâncias químicas foram necessários e, no fim de 1961, cerca de 530 quilômetros quadrados haviam sido pulverizados. Já nos primeiros anos do programa se evidenciou que estavam ocorrendo pesadas perdas entre a fauna selvagem e os animais domésticos. Os tratamentos com substâncias químicas continuaram, não obstante, sem consultas nem ao Serviço de Peixes e Vida Selvagem dos Estados Unidos nem à Divisão de Administração da Caça de Illinois. (Na primavera de 1960, contudo, os funcionários do Departamento Federal de Agricultura compareceram diante de uma comissão do Congresso para se oporem a um projeto de lei que exigiria semelhante consulta prévia. Eles declararam, placidamente, que o projeto de lei era desnecessário, porque a cooperação e a consulta eram "usuais". Esses funcionários alegaram não se lembrar de situações em que não houvesse ocorrido cooperação "no nível de Washington". Na mesma audiência, eles afirmaram claramente sua falta de disposição de fazer consultas aos departamentos estaduais de caça e pesca.)

Embora os fundos para o controle químico afluíssem incessantemente, os biólogos do Centro de Pesquisa de História Natural de Illinois que tentavam mensurar os danos à fauna selvagem precisaram trabalhar com recursos bastante limitados. Apenas 1.100 dólares foram colocados à disposição para a contratação de um assistente de campo em 1954, e nenhum subsídio

especial foi concedido em 1955. Apesar dessas dificuldades, os biólogos reuniram fatos que pintam, coletivamente, um quadro quase sem paralelos de destruição da fauna selvagem — destruição que se tornou óbvia assim que o programa foi iniciado. Foram estabelecidas condições para ordenar o envenenamento de pássaros que se alimentam de insetos, tanto pelos venenos usados quanto pelos acontecimentos desencadeados por sua aplicação. Nos primeiros programas de Sheldon, a dieldrina foi aplicada na proporção de quase 1,5 quilo por acre (4.064,86 metros quadrados). Para entender seu efeito sobre os pássaros, é preciso lembrar-se de que, em experiências com codornas em laboratório, a dieldrina mostrou ser cerca de cinquenta vezes mais venenosa do que o DDT. O veneno disseminado pela paisagem de Sheldon foi, portanto, equivalente a aproximadamente 70 quilos de DDT por acre! E essa foi a quantidade mínima, pois parece ter havido certa sobreposição de tratamentos em áreas de fronteiras e nos cantos.

À medida que o produto penetrava no solo, as larvas envenenadas de besouro rastejavam para a superfície da terra, onde permaneciam por algum tempo antes de morrerem, atraindo os pássaros que se alimentam de insetos. Os insetos mortos e moribundos de várias espécies permaneceram à vista por cerca de duas semanas depois do tratamento. O efeito sobre as populações de pássaros poderia ter sido facilmente previsto. Tordos norte-americanos, estorninhos, calhandras, chopins e faisões foram praticamente exterminados. Os pintarroxos foram “quase aniquilados”, segundo os relatos dos biólogos. Foram vistas grandes quantidades de minhocas mortas após uma leve chuva; provavelmente os pintarroxos haviam-se alimentado de minhocas envenenadas. Também para os outros pássaros, a chuva, antes benéfica, havia sido transformada, pela força maléfica do veneno introduzido em seu mundo, em um agente

da destruição. Os pássaros que eram vistos bebendo água e banhando-se nas poças deixadas pela chuva uns poucos dias depois da pulverização estavam inevitavelmente condenados.

Os pássaros que sobreviveram possivelmente haviam-se tornado estéreis. Embora alguns poucos ninhos fossem encontrados na área tratada, muito poucos continham ovos, e nenhum tinha filhotes.

Entre os mamíferos, os esquilos terrestres haviam sido praticamente aniquilados; seus corpos eram encontrados em posturas características de morte violenta por envenenamento. Arganazes mortos foram encontrados nas áreas tratadas; coelhos mortos nos campos. O esquilo-raposa, que era um animal relativamente comum na cidade, desapareceu após a pulverização.

Raras eram as fazendas na região de Sheldon abençoadas pela presença de um gato depois que começou a guerra contra os besouros. Noventa por cento de todos os gatos das fazendas caíram vítimas da dieldrina durante a primeira temporada de pulverizações. Isso poderia ter sido previsto, com base nos sombrios relatos sobre a ação desses venenos em outros lugares. Os gatos são extremamente sensíveis a todos os inseticidas e principalmente, ao que parece, à dieldrina. No oeste de Java, no decorrer do programa contra a malária executado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), houve relatos da morte de muitos gatos. Nas regiões centrais de Java, morreram tantos gatos que o preço de um gato mais do que dobrou. De forma similar, há relatos que afirmam que a OMS, em pulverizações na Venezuela, reduziu os gatos à situação de animal raro.

Em Sheldon não foram apenas os animais selvagens nem os animais de estimação que foram sacrificados na campanha contra um inseto. As observações feitas em diversos rebanhos de carneiros e em um rebanho de gado de corte indicam que o envenenamento e a

morte ameaçaram também o gado. O relatório do Centro de Pesquisa de História Natural descreve um desses episódios da seguinte forma:

> *Os carneiros [...] foram levados para um pasto pequeno, de capim-do-campo, não tratado pelo produto químico, de um dos lados de uma estrada de cascalho, em frente a um campo que havia sido tratado com uma pulverização de dieldrina no dia 6 de maio. Era evidente que certa quantidade da pulverização havia atravessado a estrada e chegado até a pastagem, pois os carneiros começaram a exibir sintomas de intoxicação quase de imediato [...] Eles perderam o interesse pela comida e mostravam-se extremamente inquietos, acompanhando a cerca do pasto, dando voltas e mais voltas, aparentemente à procura de uma saída [...] Eles se recusavam a serem tangidos, baliam quase continuamente e mantinham a cabeça baixa. Finalmente, foram levados para fora do pasto [...] Revelavam um forte desejo de beber água. Dois dos carneiros foram encontrados mortos no rio que atravessava o pasto, e os carneiros remanescentes tiveram de ser tangidos para longe do rio, sendo que vários tiveram de ser arrastados à força para fora da água. Três dos carneiros acabaram morrendo; os carneiros restantes se recobraram, a julgar-se por sua aparência externa.*

Esse era, então, o quadro no fim de 1955. Embora a guerra dos produtos químicos tivesse prosseguido nos anos que se seguiram, o veio dos fundos de pesquisa secou totalmente. Solicitações de verbas para a pesquisa dos efeitos dos inseticidas sobre a vida selvagem eram incluídas em orçamentos anuais submetidos ao poder legislativo de Illinois pelo Centro de Pesquisa de História Natural, mas figuravam, invariavelmente, entre os primeiros itens a serem cortados. Foi apenas em 1960 que se obteve, de algum modo, o

dinheiro para pagar os custos de um assistente de campo — para fazer um trabalho que poderia facilmente ocupar o tempo de quatro profissionais.

O quadro desolador da perda da fauna selvagem se havia alterado muito pouco quando os biólogos retomaram os estudos interrompidos em 1955. Nesse meio tempo, o produto químico havia sido trocado por um ainda mais tóxico, a aldrina, de cem a trezentas vezes mais tóxica que o DDT em testes em codornas. Por volta de 1960, todas as espécies de mamíferos selvagens conhecidos que habitavam aquela região haviam sofrido perdas. Com os pássaros, o quadro era ainda pior. Na pequena cidade de Donovan, os pintarroxos haviam sido exterminados, assim como os chopins, estorninhos e tordos norte-americanos. Esses e muitos outros pássaros haviam sofrido reduções consideráveis em toda parte. Os caçadores de faisão sentiram os efeitos radicais da campanha contra o besouro. O número de ninhadas produzidas nas terras tratadas caiu em cerca de 50%, e o número de filhotes em cada ninhada também se reduziu. A caça ao faisão, que fora abundante naquelas regiões nos anos anteriores, foi praticamente abandonada como não compensadora.

Apesar da imensa devastação que fora causada em nome da erradicação do besouro-japonês, o tratamento de mais de 400 quilômetros quadrados no condado de Iroquois, ao longo de um período de oito anos, parece ter resultado apenas na eliminação temporária do inseto, que continua seu deslocamento para o Oeste. A plena extensão dos custos que foram gerados por esse programa amplamente ineficaz talvez jamais seja conhecida, pois os resultados medidos pelos biólogos de Illinois constituem apenas uma parcela mínima. Se o programa de pesquisa houvesse recebido o financiamento adequado para permitir a plena cobertura, a

destruição revelada teria sido ainda mais estarrecedora. No entanto, nos oito anos de duração do programa, apenas 6 mil dólares foram fornecidos para estudos biológicos de campo. Nesse mesmo período, o governo federal gastou cerca de 375 mil dólares em trabalhos de controle, e mais alguns milhares de dólares foram gastos pelo governo estadual. A soma gasta em pesquisa foi, portanto, uma pequena fração de 1% dos gastos com o programa de pulverização de produtos químicos.

Esses programas do Meio-Oeste foram executados em um clima de crise, como se o avanço do besouro representasse um perigo extremo a justificar quaisquer meios para combatê-lo. É claro que isso é uma distorção dos fatos, e se as comunidades que suportaram esses dilúvios químicos estivessem familiarizadas com o histórico anterior do besouro-japonês nos Estados Unidos certamente teriam sido menos condescendentes.

Os estados da região Leste, que tiveram a boa sorte de conter sua invasão de besouros nos tempos anteriores à invenção dos inseticidas sintéticos, não só haviam sobrevivido à invasão como haviam mantido controle sobre o inseto por meios que não representavam ameaça a nenhuma outra forma de vida. No Leste, não ocorreu nada que se comparasse às pulverizações de Detroit ou Sheldon. O método eficaz lá empregado envolvia a participação no jogo de forças naturais de controle, que apresentam as múltiplas vantagens da permanência dos efeitos e da segurança ambiental.

Durante os primeiros doze anos após sua chegada aos Estados Unidos, o besouro proliferou rapidamente, livre das restrições que o mantinham sob controle em sua terra natal. Mas, por volta de 1945, ele havia-se tornado uma peste de importância apenas menor na maior parte dos territórios em que se disseminara. Seu declínio foi, em grande parte, uma consequência da importação de insetos

parasitas procedentes do Extremo Oriente e da introdução de organismos causadores de doenças que lhe eram fatais.

Entre 1920 e 1933, em resultado de diligentes pesquisas sobre o hábitat nativo do besouro, cerca de 34 espécies de insetos predadores ou parasitas haviam sido importadas do Oriente no esforço de estabelecer um controle natural. Entre esses insetos, cinco se adaptaram bem ao Leste dos Estados Unidos. O mais eficaz e amplamente distribuído é uma vespa parasita da Coreia e da China, a *Tiphia vernalis*. A fêmea, ao encontrar uma larva de besouro no solo, injeta um fluido paralisante e deposita um único ovo na superfície inferior da larva. O filhote de vespa, saindo do ovo como larva, alimenta-se da larva paralisada e a destrói. Em cerca de 25 anos, colônias de *Tiphia* foram introduzidas em catorze estados do Leste, em um programa de colaboração entre os órgãos estaduais e federais. A vespa se disseminou amplamente pela região e, na opinião geral dos entomologistas, desempenhou um papel importante no controle do besouro.

Um papel ainda mais importante vem sendo desempenhado por uma doença bacteriana que afeta os besouros da família à qual pertence o besouro-japonês — os escarabídeos. Trata-se de um organismo altamente específico, que não ataca nenhum outro tipo de inseto, inofensivo para minhocas, animais de sangue quente e plantas. Os esporos dessa doença são encontrados no solo. Quando ingeridos por uma larva de besouro, os esporos se multiplicam prodigiosamente em seu sangue, fazendo que ele se torne anormalmente branco. Por essa razão, ela é chamada de “bacteriose leitosa”, ou “doença leitosa”.

A bacteriose leitosa foi descoberta em Nova Jersey, em 1933. Por volta de 1938, ela já estava amplamente disseminada nas antigas áreas da infestação do besouro-japonês. Por volta de 1939, foi

lançado um programa de controle, que visava a acelerar a difusão da doença. Não se desenvolveu nenhum método de cultivo do organismo patológico em um meio artificial, mas um substituto satisfatório foi desenvolvido: as larvas infectadas são moídas, secas e misturadas com gesso. A mistura padrão de um grama de pó contém cem milhões de esporos. Entre 1939 e 1953, cerca de 380 quilômetros quadrados em catorze estados do Leste foram tratados em um programa cooperativo entre o governo federal e os estaduais; outras áreas, em terras federais, também foram tratadas, e uma área de extensão desconhecida, mas bem ampla, foi tratada por organizações privadas ou indivíduos. Por volta de 1945, o esporo da doença leitosa estava assolando a população de besouros de Connecticut, Nova York, Nova Jersey, Delaware e Maryland. Em algumas áreas testadas, a infecção de larvas chegou a 94%. O programa de disseminação foi suspenso como um empreendimento governamental em 1953, e a produção foi assumida por um laboratório particular, que continua a fornecer o esporo a indivíduos, clubes de jardinagem, associações de cidadãos e todos os demais interessados no controle do besouro.

As regiões do Leste onde esse programa foi executado desfrutam agora de um grau elevado de proteção natural contra o besouro. O organismo empregado no combate permanece viável no solo durante anos e, assim, se estabelece, para todos os fins e propósitos, de modo permanente, aumentando sua eficácia e sendo continuamente disseminado por meios naturais.

Por que, então, com esses esplêndidos resultados no Leste, esses mesmos procedimentos não foram tentados em Illinois e nos outros estados do Meio-Oeste onde a batalha dos produtos químicos contra os besouros está sendo agora travada com tal fúria?

Fomos informados de que a inoculação com o esporo da bacteriose leitosa é “cara demais” — embora ninguém houvesse achado isso nos catorze estados do Leste na década de 1940. E que tipo de cálculo foi feito para se chegar a esse veredicto de “cara demais”? Com certeza não foram levados em conta os verdadeiros custos da destruição total causada por programas como a pulverização efetuada em Sheldon. Esse veredicto ignora também o fato de que a inoculação com os esporos só precisa ser feita uma vez: o primeiro custo é o único.

Também fomos informados de que o esporo da bacteriose leitosa não pode ser usado na periferia das áreas infestadas pelo besouro porque o esporo só se estabelece quando uma grande população de larvas já está presente no solo. Como muitas outras declarações em apoio às pulverizações, esta precisa ser questionada. Sabe-se que a bactéria que causa a doença leitosa infecta pelo menos quarenta outras espécies de besouro que, conjuntamente, apresentam uma distribuição bastante ampla e, com toda probabilidade, serviriam para introduzir a doença até mesmo nos locais onde a população de besouro-japonês é muito pequena ou inexistente. Além disso, devido à longa viabilidade dos esporos no solo, eles podem ser introduzidos mesmo na completa ausência de larvas, como nas orlas da atual infestação de besouros, para ali esperar pela população que avança.

Aqueles que desejam resultados imediatos, a qualquer custo, continuarão, sem dúvida, a usar produtos químicos contra o besouro. O que também farão aqueles que defendem a tendência moderna da obsolescência planejada, já que o controle químico é autoperpetuante, necessitando de reaplicações frequentes e onerosas.

Em contrapartida, aqueles que estão dispostos a esperar mais uma ou duas estações para colher os plenos resultados recorrerão à bacteriose leitosa. Eles serão recompensados com o controle

duradouro, que se torna cada vez mais, em vez de menos, eficaz com a passagem do tempo.

Um extenso programa de pesquisas está sendo efetuado no laboratório de Peoria, em Illinois, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, para encontrar uma forma de cultivar o organismo causador da bacteriose leitosa em um meio artificial. Isso reduzirá em muito o custo e encorajará seu uso em escala mais ampla. Depois de vários anos de trabalho, algum sucesso está agora sendo noticiado. Quando essa conquista for completamente alcançada, talvez uma certa medida de sensatez e perspectiva seja devolvida ao nosso modo de lidar com o besouro-japonês, que, no auge de suas depredações, nunca justificou o pesadelo dos excessos de alguns desses programas do Meio-Oeste.

Incidentes como o da pulverização no leste de Illinois levantam uma questão que é não apenas científica como também moral. A questão é se qualquer civilização pode travar uma guerra incessante contra a vida sem destruir a si própria, e sem perder o direito a ser chamada de civilizada.

Esses inseticidas não são venenos seletivos; eles não isolam uma das espécies de que desejamos nos livrar. Cada um deles é usado pela simples razão de que é um veneno letal. Por conseguinte, ele envenena toda a vida com a qual entra em contato: o gato que é querido por uma família, o gado do fazendeiro, o coelho nas campinas e a cotovia nos céus. Esses animais jamais causaram algum mal ao ser humano. Com efeito, com sua própria existência, eles e seus semelhantes tornam-lhe a vida mais agradável. Apesar disso, o ser humano os recompensa com uma morte que não é apenas súbita, mas também horrível. Os observadores científicos em Sheldon descreveram os sintomas de uma calhandra encontrada quase morta: “Embora lhe faltasse coordenação muscular e ela não pudesse voar

nem ficar em pé, ela continuava a bater as asas e cerrar os dedos enquanto deitada de lado no chão. Mantinha o bico aberto, e sua respiração era custosa". Ainda mais doloroso era o testemunho mudo dos esquilos terrestres mortos, que "exibiam uma postura característica na morte. As costas estavam curvadas, e as pernas dianteiras, com os dedos das patas fortemente cerrados, estavam puxados para perto do peito (...) A cabeça e o pescoço estavam esticados, e a boca muitas vezes continha sujeira, o que sugere que o animal moribundo tivesse mordido o chão".

Aquiescendo com um ato que pode causar tal sofrimento a uma criatura viva, quem dentro nós não se sente diminuído como ser humano?

# E Nenhum Pássaro Canta

EM ÁREAS CADA VEZ maiores dos Estados Unidos, a primavera chega agora sem ser anunciada pelo regresso dos pássaros, e as manhãs, outrora preenchidas pela beleza do canto das aves, estão estranhamente silenciosas. Esse súbito silenciar do canto dos pássaros, essa obliteração da cor, da beleza e do encanto que as aves emprestam ao nosso mundo se deu de forma rápida e insidiosa, sem ser notada por aqueles cujas comunidades ainda não foram afetadas.

Da cidade de Hinsdale, Illinois, uma dona de casa escreveu em desespero a um dos mais renomados ornitólogos do mundo, Robert Cushman Murphy, curador emérito do Departamento de Aves do Museu Norte-Americano de História Natural.

> *Aqui no nosso povoado, os olmos vêm sendo pulverizados há muitos anos [escreveu ela em 1958]. Quando nos mudamos para cá, a terra era rica em aves; instalei um alimentador, que passou a receber um fluxo regular de cardeais, chapins e pica-paus negros e cinzentos por todo o inverno, e os cardeais e chapins traziam seus filhotes no verão.*
> *Após muitos anos de pulverização com DDT, a cidade quase não tem mais pintarroxos e estorninhos; os chapins não têm vindo ao meu alimentador há dois anos, e este ano os cardeais também sumiram; as ninhadas nas vizinhanças parecem se resumir a um par de pombas e talvez uma família de tordos.*
> *É difícil explicar às crianças que os pássaros foram mortos, quando elas aprenderam na escola que uma lei federal protege as aves de serem mortas ou capturadas.*
> *"Eles vão voltar algum dia?", perguntam elas, e eu não sei o que responder. Os olmos ainda estão morrendo, assim como os pássaros. Alguma coisa está sendo feita? É possível fazer alguma coisa? Será que eu posso ajudar?*

Um ano após o governo federal ter lançado um programa de pulverização em grande escala contra a formiga-lava-pés, uma mulher do Alabama escreveu:

> *Nossa terra tem sido um verdadeiro santuário de pássaros por mais de meio século. No último mês de julho, todos comentamos: "Há mais pássaros do que nunca". Então, de repente, na segunda semana de agosto, todas as aves desapareceram. Eu estava acostumada a levantar cedo para cuidar da minha égua favorita, que tinha uma jovem potra. Não havia um único som de canto de pássaros. Foi estranho, aterrorizante. O que o ser humano estava fazendo com o nosso mundo perfeito e belo? Finalmente, cinco meses depois, apareceram um gaio-azul e uma carriça.*

Os meses de outono aos quais ela se referiu trouxeram outros relatos deprimentes do extremo Sul dos Estados Unidos, onde, no Mississipi, na Louisiana e no Alabama, o periódico *Field Notes*, publicado a cada trimestre pela Sociedade Nacional Audubon e pelo Serviço de Peixes e Vida Selvagem dos Estados Unidos, notou o fenômeno espantoso de "áreas estranhamente vazias de *qualquer* vida de aves". O *Field Notes* é uma compilação de relatórios de observadores experientes, que passaram muitos anos realizando trabalho de campo em suas respectivas áreas e que têm conhecimento incomparável da vida normal das aves da região. Uma observadora do grupo relatou que, ao viajar de carro pelo sul do Mississipi naquele outono, não viu "nenhuma ave terrestre por longas distâncias". Outra observadora, em Baton Rouge, relatou que o conteúdo de seus alimentadores de pássaros havia permanecido intocado "por muitas semanas", enquanto os arbustos frutíferos no quintal, que normalmente nessa época já haviam tido seus frutos devorados pelos pássaros, ainda estavam carregados. Ainda outro observador relatou que sua janela panorâmica, "que costumava emoldurar uma cena salpicada pelo vermelho de quarenta ou cinquenta cardeais, e apinhada de outras espécies, agora raramente

propiciava a visão de um ou dois pássaros". O professor Maurice Brooks, da Universidade da Virgínia Ocidental, especialista em pássaros da região dos Apalaches, relatou que a população das aves da Virgínia Ocidental havia sofrido "uma redução inacreditável".

Uma história pode servir como símbolo trágico do destino das aves — um destino que já atingiu algumas espécies, e que ameaça a todas. É a história do pintarroxo, pássaro conhecido por todos. Para milhões de norte-americanos, o primeiro pintarroxo da estação significa que o pior do inverno está no fim. A chegada desse pássaro é um evento divulgado em jornais e contado com entusiasmo à mesa do café da manhã. Enquanto o número de aves migradoras vai aumentando e as primeiras brumas de verde vão surgindo nos bosques, milhares de pessoas escutam o primeiro coro dos pintarroxos ao alvorecer ressoando sob luz da manhã. Mas agora tudo mudou, e nem mesmo o regresso das aves pode ser tido como certo.

A sobrevivência do pintarroxo, e também de muitas outras espécies, parece estar ligada fatidicamente à do olmo-americano, uma árvore que é parte da história de milhares de cidades, desde o oceano Atlântico até as Montanhas Rochosas, adornando as ruas, as praças e os câmpus universitários com arcadas majestosas de verde. Agora os olmos são afetados por uma doença que os atinge em todas as áreas em que ocorrem, uma doença tão séria que muitos especialistas acreditam que todos os esforços para salvá-los acabarão se mostrando inúteis. Seria trágico perder os olmos, mas seria duplamente trágico se, em esforços vãos para salvá-los, mergulhássemos vastos segmentos das populações de aves na noite da extinção. Entretanto, é exatamente isso o que nos ameaça.

A doença chamada grafiose do ulmeiro entrou nos Estados Unidos vinda da Europa em 1930, em pedaços de lenha de olmo importados

pela indústria de madeira compensada. Trata-se de um fungo; o organismo invade os vasos condutores de água da árvore, espalha-se por meio de esporos carregados pelo fluxo da seiva e, com suas secreções venenosas e o entupimento mecânico desses vasos, faz que os galhos murchem e a árvore morra. A doença é espalhada de árvores doentes para as saudáveis por meio de besouros na casca do tronco dos olmos. As galerias que os insetos cavam sob a casca das árvores mortas tornam-se contaminadas pelos esporos do fungo invasor, e os esporos aderem ao corpo do inseto e são levados para onde quer que o besouro voe. Os esforços para controlar a doença fúngica dos olmos foram direcionados, em grande parte, para o controle do inseto hospedeiro. Em uma comunidade após a outra, especialmente nos santuários do olmo-americano, o Meio-Oeste e a Nova Inglaterra, a pulverização intensiva tornou-se um procedimento rotineiro.

O que essa pulverização poderia significar para a vida das aves, e especialmente para o pintarroxo, foi esclarecido pela primeira vez graças ao trabalho de dois ornitólogos da Universidade Estadual de Michigan, o professor George Wallace e um de seus alunos de pós-graduação, John Mehner. Quando Mehner começou sua tese de doutorado, em 1954, escolheu um projeto de pesquisa relacionado às populações de pintarroxos. Isso foi um mero acaso, pois na época ninguém desconfiava que os pintarroxos corressem perigo. Mas, enquanto Mehner trabalhava na tese, ocorreram eventos que acabaram mudando o caráter de seu trabalho e privando-o, na verdade, de seu material de estudo.

A pulverização em combate à grafiose começou em pequena escala, em um câmpus universitário, em 1954. No ano seguinte, a cidade de East Lansing (onde fica a universidade) juntou-se à atividade; a pulverização do câmpus foi ampliada e, com programas locais em

andamento para controlar também a mariposa-cigana e os mosquitos, a chuva de produtos químicos aumentou até se tornar um dilúvio.

Em 1954, ano da primeira pulverização leve, tudo parecia bem. Na primavera seguinte, os pintarroxos em migração começaram a retornar ao câmpus, como de hábito. Como os jacintos no assustador ensaio "A Lost Wood" [Um bosque perdido] de Tomlinson, eles "não esperavam mal algum" ao reocuparem os territórios já familiares. Mas logo ficou evidente que algo estava errado. Pintarroxos mortos e moribundos começaram a aparecer no câmpus. Poucos pássaros eram vistos em suas atividades normais de busca de alimento ou aglomerando-se nos poleiros habituais. Poucos ninhos foram construídos; poucos filhotes surgiram. O padrão se repetiu com regularidade monótona nas primaveras seguintes. A área pulverizada havia se transformado em uma armadilha letal, em que cada onda de pintarroxos em migração era eliminada em cerca de uma semana. Então novos pintarroxos chegavam, apenas para aumentar o número de pássaros condenados que se viam no câmpus, afligidos pelos tremores agonizantes que precedem a morte.

"O câmpus está servindo como um cemitério para a maioria dos pintarroxos que tentaram se instalar aqui na primavera", disse o dr. Wallace. Mas por quê? A princípio, ele suspeitou de alguma doença do sistema nervoso, mas logo ficou evidente que "a despeito das garantias do pessoal responsável pela pulverização de inseticidas de que esta era 'inofensiva para as aves', os pintarroxos estavam de fato morrendo de envenenamento por inseticida; eles exibiam os sintomas bem conhecidos de perda de equilíbrio, seguida de tremores, convulsões e morte".

Muitos fatos sugeriam que os pintarroxos estavam sendo envenenados nem tanto pelo contato direto com os inseticidas, mas

indiretamente, ao comerem minhocas. As minhocas do câmpus foram dadas como alimento, inadvertidamente, aos camarões-d'água-doce em um projeto de pesquisa, e todos eles morreram imediatamente. Uma cobra mantida em cativeiro em um laboratório sofreu tremores violentos após ser alimentada com essas minhocas. E as minhocas são o alimento principal dos pintarroxos na primavera.

Uma peça essencial no quebra-cabeça dos pintarroxos condenados foi logo fornecida pelo dr. Roy Barker, do Centro de Pesquisa de História Natural de Illinois, em Urbana. O trabalho do dr. Barker, publicado em 1958, descreveu o intrincado ciclo de eventos pelo qual o destino dos pintarroxos está ligado ao dos olmos por meio das minhocas. As árvores são pulverizadas na primavera (geralmente em uma proporção entre 1 e 2 quilos de DDT por árvore de 15 metros, que pode ser o equivalente de até *10 quilos por acre* onde os olmos são numerosos) e, muitas vezes, novamente em julho, com cerca da metade dessa concentração. Pulverizadores poderosos lançam um jato de veneno a todas as partes das árvores mais altas, matando diretamente não apenas o organismo visado, o besouro, mas outros insetos, até mesmo espécies polinizadoras, além de aranhas e besouros predadores. O veneno forma uma resistente película sobre as folhas e a casca. As chuvas não a eliminam. No outono, as folhas caem ao chão, acumulam-se em camadas encharcadas e iniciam o lento processo de união com o solo. Nisso são auxiliadas pelo trabalho das minhocas, que se alimentam dos detritos das folhas, pois folhas de olmos estão entre seus alimentos prediletos. Ao se alimentarem das folhas, as minhocas também ingerem o inseticida, que se acumula e se concentra em seu corpo. O dr. Barker encontrou depósitos de DDT por todo o aparelho digestivo das minhocas, nos vasos sanguíneos, nervos e nas paredes do corpo. Sem dúvida

algumas das próprias minhocas sucumbem, mas outras sobrevivem e se tornam “amplificadores biológicos” do veneno. Na primavera, os pintarroxos regressam e acrescentam outro elo ao ciclo. Bastam onze minhocas grandes para transferir uma dose letal de DDT a um pintarroxo. E onze minhocas constituem uma pequena parte de um dia de rações para um pássaro que come de dez a doze minhocas em alguns minutos.

Nem todos os pintarroxos recebem uma dose letal, mas outra consequência pode levar à extinção da espécie tão certamente quanto o envenenamento mortal. A sombra da esterilidade paira sobre todos os estudos a respeito de pássaros e, com efeito, estende-se a ponto de incluir todos os seres vivos dentro de seu hábitat potencial. Só se encontram agora duas ou três dúzias de pintarroxos a cada primavera em todos os 185 acres (cerca de 0,75 quilômetro quadrado) do câmpus da Universidade Estadual de Michigan, em comparação com uma estimativa conservadora de 370 adultos nessa área antes da pulverização. Em 1954, todos os ninhos de pintarroxos observados por Mehner produziram filhotes. No fim de junho de 1957, quando pelo menos 370 pássaros jovens (a substituição normal da população adulta) estariam buscando alimento por todo o câmpus nos anos anteriores ao início das pulverizações, Mehner conseguiu encontrar *apenas um filhote de pintarroxo*. No ano seguinte, o dr. Wallace relatou: “Em nenhum momento durante a primavera ou o verão [de 1958] vi algum filhote de pintarroxo em qualquer lugar do câmpus principal, e até agora não consegui encontrar ninguém mais que tenha visto algum por lá”.

Parte desse fracasso em gerar filhotes deve-se, sem dúvida, ao fato de que um componente do par de pintarroxos, ou ambos, morrem antes que o ciclo de nidificação se complete. No entanto, Wallace tem registros significativos que apontam para algo mais sinistro: a

destruição real da capacidade das aves de se reproduzir. Ele tem, por exemplo,

> *registros de pintarroxos e outros pássaros que constroem ninhos mas não botam nenhum ovo, e outros que botam ovos e os chocam, mas sem que os filhotes nasçam. Temos um registro de um pintarroxo que se sentou sobre seus ovos fielmente por 21 dias sem que eles chocassem. O período normal de incubação é de 13 dias [...] As nossas análises revelam altas concentrações de DDT nos testículos e ovários dos pássaros em fase de reprodução,*

declarou ele a uma comissão do Congresso norte-americano, em 1960. “Dez machos tinham quantidades que variavam entre 30 e 109 partes por milhão nos testículos, e duas fêmeas tinham 151 e 211 partes por milhão, cada uma, nos folículos dos ovos nos ovários.”

Logo em seguida, estudos em outras áreas começaram a chegar a descobertas igualmente sinistras. O professor Joseph Hickey e seus alunos na Universidade do Wisconsin, após cuidadosos estudos comparativos de áreas pulverizadas e não pulverizadas, relataram que a mortalidade do pintarroxo era de pelo menos 86 a 88%. O Instituto de Ciências de Cranbook, em Bloomfiel Hills, Michigan, em um esforço para calcular a extensão da perda de aves causada pela pulverização dos olmos, pediu, em 1956, que todos os pássaros que se suspeitasse serem vítimas do envenenamento por DDT fossem enviados para o instituto para exames. O pedido obteve uma resposta além de todas as expectativas. Em poucas semanas, os congeladores do instituto estavam lotados, de forma que outros espécimes tiveram de ser recusados. Em 1959, mil pássaros envenenados dessa única comunidade haviam sido entregues ou tido sua morte comunicada. Embora o pintarroxo fosse a principal vítima (uma mulher que telefonou para o instituto relatou haver doze pintarroxos mortos em

seu gramado naquele momento), os espécimes examinados no instituto pertenciam a 63 espécies diferentes.

Os pintarroxos, portanto, são apenas uma parte da cadeia de devastação ligada à pulverização dos olmos, mesmo que o programa dos olmos seja apenas um dos numerosos programas de pulverização que cobrem com venenos as terras norte-americanas. Houve uma mortandade maciça entre cerca de noventa espécies de pássaros, inclusive aqueles mais familiares aos moradores dos subúrbios e aos naturalistas amadores. As populações de pássaros que constroem ninhos declinaram, de modo geral, até 90% em algumas das cidades pulverizadas. Como veremos, todos os diversos tipos de aves foram afetados — os que se alimentam no solo, no topo das árvores, na casca dos troncos e as aves de rapina.

É razoável supor que todas as aves e os mamíferos que dependem intensamente das minhocas ou de outros organismos do solo para a alimentação estejam ameaçados pelo mesmo destino que vitimou os pintarroxos. Cerca de 45 espécies de pássaros incluem minhocas em sua dieta. Entre eles está a galinhola, uma espécie que passa o inverno em áreas do Sul que recentemente foram intensamente pulverizadas com heptacloro. Duas descobertas significativas foram feitas agora sobre a galinhola. A geração de filhotes nas regiões de nidificação de New Brunswick sofreu claramente uma redução, e os pássaros adultos que foram analisados continham altos resíduos de DDT e de heptacloro.

Já há registros perturbadores de alta mortalidade entre mais de vinte outras espécies de pássaros que se alimentam no chão e cuja comida — minhocas, formigas, larvas ou outros organismos do solo — foi envenenada. Entre eles, estão três dos tordos cujo canto figura entre as mais belas vozes de pássaros, o tordo-solitário (de dorso cor de oliva), o tordo-dos-bosques e o tordo-eremita. E os pardais que

esvoaçam pela vegetação arbustiva dos bosques e procuram alimento emitindo sussurros por entre as folhas caídas — o pardal canoro, ou tico-tico-musical, e a escrevedeira-de-garganta-branca — também foram encontrados entre as vítimas da pulverização dos olmos.

Os mamíferos também podem facilmente estar envolvidos no ciclo, direta ou indiretamente. As minhocas são importantes entre os vários alimentos do guaxinim, e são comidas na primavera e no outono pelos gambás. Os escavadores subterrâneos, como os musaranhos e as toupeiras, capturam as minhocas em grandes quantidades, e depois talvez passem o veneno adiante para predadores como a corujinha-do-mato e a coruja-das-torres. Muitas corujinhas-do-mato moribundas foram coletadas em Wisconsin após pesadas chuvas na primavera, talvez envenenadas ao comerem minhocas. Falcões e corujas foram encontrados em convulsões — corujões-orelhudos, corujinhas-do-mato, gaviões-de-ombro-vermelho, gaviões e tartaranhões-azulados. Esses podem ser casos de envenenamento secundário, causado pela ingestão de pássaros ou ratos que tenham acumulado inseticidas no fígado ou em outros órgãos.

Também não são apenas os animais que se alimentam no solo, ou seus predadores, que são expostos ao perigo em virtude da pulverização das folhas dos olmos. Todos aqueles que se alimentam nas copas das árvores, as aves que se alimentam dos insetos que encontram nas folhas, desapareceram das áreas intensamente pulverizadas. Entre elas, aqueles verdadeiros elfos da floresta, a estrelinha-de-fogo e a estrelinha-de-coroa-dourada; os minúsculos balança-rabos e muitos outros parulídeos, passarinhos canoros como as mariquitas e toutinegras, cujos bandos em migração voam pelas árvores na primavera numa maré multicolorida de vida. Em 1956, a primavera tardia provocou o adiamento da pulverização, fazendo que

esta coincidisse com a chegada de uma onda excepcionalmente intensa de migração desses passarinhos canoros. Quase todas as espécies de parulídeos presentes na região estavam representadas na enorme matança que se seguiu. Na baía de Whitefish, Wisconsin, podia-se ver pelo menos mil mariquitas-de-asa-amarela migrando nos anos anteriores; em 1958, depois da pulverização dos olmos, os observadores conseguiram localizar apenas duas. Assim, com adições de outras comunidades, a lista cresce, e as mariquitas mortas pelo inseticida incluem aquelas que mais encantam e fascinam todos os que as conhecem: a riscadinha, a mariquita-dos-mangais, a mariquita-de-faces-pretas e a mariquita-do-cabo-May; a mariquita-de-coroa-ruiva, cujo canto soa nos bosques em maio; a mariquita-papo-de-fogo, cujas asas são pinceladas com chamas; a mariquita-de-flancos-castanhos, a mariquita-do-Canadá e a mariquita-verde-de-garganta-preta. Essas aves que se alimentam na copa das árvores são afetadas diretamente, ao comerem insetos envenenados, ou indiretamente, pela carência de alimento.

A falta de comida também atingiu seriamente as andorinhas que cruzam os céus, arrebatando os insetos aéreos como os arenques devoram o plâncton do mar. Um naturalista do Wisconsin relatou:

> *As andorinhas foram severamente afetadas. Todos se queixam de quão poucas há em comparação a quatro ou cinco anos atrás. O nosso céu estava repleto delas há apenas quatro anos. Agora raramente avistamos alguma [...] A causa disso pode ser tanto a falta de insetos devido à pulverização quanto os insetos envenenados.*

Sobre outros pássaros, o mesmo observador escreveu:

> *Outra perda impressionante é o piuí. Os papa-moscas são raros em tudo quanto é lugar, mas o primitivo e robusto piuí*

*comum não existe mais. Avistei um esta primavera e somente um na primavera passada. Outros observadores de pássaros no Wisconsin queixam-se da mesma coisa. Eu tinha cinco ou seis pares de cardeais no passado, agora não tenho nenhum. Carriças, pintarroxos, tordos e corujinhas-do-mato construíam seus ninhos todos os anos em nosso jardim. Não há nenhum agora. As manhãs de verão perderam o canto dos pássaros. Apenas pássaros daninhos, pombos, estorninhos e pardais comuns permanecem. É trágico e não consigo suportar.*

Os resíduos de inseticidas aplicados nos olmos no outono, lançando o veneno em cada minúscula fenda da casca do tronco, são provavelmente responsáveis pela severa redução observada no número de chapins, trepadeiras, abelharucos e pica-paus. Durante o inverno de 1957-58, o dr. Wallace não viu nenhum chapim ou pica-pau-cinzento nos alimentadores de pássaros de sua casa pela primeira vez em muitos anos. Três pica-paus-cinzentos que ele encontrou mais tarde forneceram uma triste lição, passo a passo, sobre causa e efeito: um estava se alimentando em um olmo, outro foi encontrado prestes a morrer e exibindo os sintomas típicos de envenenamento por DDT, e o terceiro estava morto. Descobriu-se que os tecidos do pica-pau-cinzento agonizante continham 226 partes de DDT por milhão.

Os hábitos alimentares de todas essas aves não apenas as tornam especialmente vulneráveis à pulverização contra insetos, mas também tornam sua perda deplorável por motivos econômicos, além daqueles motivos menos palpáveis. A alimentação de verão da trepadeira-de-peito-branco e do pica-pau marrom, por exemplo, inclui os ovos, larvas e espécimes adultas de uma grande variedade de insetos prejudiciais às árvores. Cerca de três quartos da

alimentação do chapim são compostos por animais, inclusive todos os estágios do ciclo de vida de muitos insetos. O método de alimentação do chapim é descrito no monumental *Life Histories* [Histórias da vida] de Bent sobre aves dos Estados Unidos: "À medida que o bando avança, cada pássaro examina cuidadosamente a casca do tronco, os ramos e os galhos, procurando por porções diminutas de comida (ovos de aranha, casulos e outras formas de vida dormentes de insetos)".

Vários estudos científicos estabeleceram o papel crítico das aves no controle dos insetos em diversas situações. Assim, os pica-paus são a forma de controle primária do besouro *Dendroctonus rufipennis*, reduzindo a sua população entre 45 e 98%, e são importantes no controle da mariposa-das-maçãs em pomares de macieiras. Os chapins e outros pássaros de inverno podem proteger os pomares contra as lagartas.

Entretanto, o que acontece na natureza não é permitido no mundo moderno e encharcado de produtos químicos, onde a pulverização destrói não apenas os insetos como também os principais inimigos deles, os pássaros. Quando mais tarde há um ressurgimento da população de insetos, como quase sempre acontece, os pássaros não estão mais lá para manter sua quantidade sob controle. Como o curador de aves do Museu Público de Milwaukee, Owen J. Gromme, escreveu no Milwaukee *Journal*:

> *O maior inimigo da vida dos insetos são outros insetos predadores, aves e alguns mamíferos de pequeno porte, mas o DDT mata indiscriminadamente, sem poupar sequer os salva-vidas e policiais da própria natureza [...] Será que, em nome do progresso, iremos nos tornar vítimas dos nossos próprios meios diabólicos de controle dos insetos para termos um conforto temporário, apenas para sermos derrotados por*

*insetos destruidores mais tarde? De que forma controlaremos as novas pragas, que atacarão as espécies remanescentes de árvores depois que os olmos houverem desaparecido, quando os salva-vidas da natureza (os pássaros) tiverem sido exterminados pelo veneno?*

O sr. Gromme relatou que os telefonemas e as cartas a respeito de pássaros mortos e à beira da morte vinham aumentando constantemente durante os anos desde o início das pulverizações em Wisconsin. As pesquisas sempre revelavam que haviam sido realizadas pulverizações ou vaporizações na área em que as aves estavam morrendo.

A experiência do sr. Gromme tem sido compartilhada por ornitólogos e conservacionistas na maioria dos centros de pesquisa do Meio-Oeste, como o Instituto Cranbrook, em Michigan; o Centro de Pesquisa de História Natural, de Illinois, e a Universidade de Wisconsin. Um rápido exame da coluna de "Cartas dos Leitores" dos jornais em quase todos os lugares em que as pulverizações estão sendo feitas deixa claro o fato de que os cidadãos não apenas estão ficando inquietos e indignados como, muitas vezes, demonstram um entendimento mais penetrante dos perigos e das incoerências das pulverizações do que as autoridades que as ordenaram. "Temo os dias que estão por vir agora, quando muitos belos pássaros morrerão em nosso quintal", escreveu uma senhora de Milwaukee.

*Esta é uma experiência deplorável, de partir o coração [...] Mais do que isso, é frustrante e exasperador, pois evidentemente não serve ao objetivo que esse massacre tinha a intenção de cumprir [...] Pensando bem, será que é possível salvar as árvores sem salvar os pássaros? Não é verdade que, na economia da natureza, eles se defendem mutuamente? Não será possível ajudar o equilíbrio da natureza sem destruí-lo?*

A ideia de que os olmos, mesmo sendo árvores majestosas que nos fornecem sombra, não são “vacas sagradas” e não justificam uma campanha ilimitada de destruição contra todas as outras formas de vida é expressa em outras cartas. “Sempre amei os nossos olmos, que pareciam ser marca registrada da nossa paisagem”, escreveu outra senhora de Wisconsin. “Mas há muitos tipos de árvores [...] Devemos salvar os nossos pássaros também. Alguém consegue imaginar algo tão sem graça e sombrio quanto uma primavera sem um único canto de pintarroxo?”

Para a população, a escolha pode parecer extremamente simples: devemos ter pássaros ou devemos ter olmos? Mas não é tão simples assim e, por uma das muitas ironias no campo do controle químico, podemos muito bem acabar sem pássaros nem olmos se continuarmos em nosso atual caminho, já bastante trilhado. A pulverização está matando as aves, mas não está salvando os olmos. A ilusão de que a salvação dos olmos está na extremidade do bocal de um pulverizador é um fogo-fátuo perigoso que está levando uma comunidade após a outra a um pântano de grandes gastos sem produzir resultados duradouros. A cidade de Greenwich, em Connecticut, foi pulverizada regularmente por dez anos. Então um ano de seca trouxe condições especialmente favoráveis ao besouro, e a mortalidade dos olmos subiu em 1.000%. Em Urbana, Illinois, onde fica a Universidade de Illinois, a grafiose do ulmeiro apareceu pela primeira vez em 1951. A pulverização foi realizada em 1953. Em 1959, apesar de seis anos de pulverização, o câmpus da universidade perdeu 86% dos olmos que possuía, metade deles vítima da grafiose.

Em Toledo, Ohio, uma experiência similar fez que o superintendente de Administração Florestal, Joseph A. Sweeney, adquirisse uma visão realista dos resultados da pulverização. Esta começou naquela região em 1953 e continuou até 1959. Nesse

ínterim, porém, o sr. Sweeney notou que uma infestação de cochonilhas que abarcava toda a cidade ficou pior após a pulverização recomendada "pelos livros e pelas autoridades". Ele decidiu analisar os resultados da pulverização contra a grafiose por conta própria. O que descobriu o deixou chocado. Na cidade de Toledo, percebeu ele,

> *as únicas áreas sob qualquer controle eram as áreas onde removemos imediatamente as árvores doentes ou com ovos. Onde contamos com a pulverização, a doença estava fora de controle. Na área rural, onde nada foi feito, a doença não se espalhou tão rapidamente quanto na cidade. Isso indica que a pulverização destrói qualquer inimigo natural.*

"Estamos abandonando a pulverização contra a grafiose do ulmeiro", continuou ele. "Isso me colocou em conflito com as pessoas que apoiam quaisquer recomendações feitas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, mas estou de posse dos fatos e me aterei a eles."

É difícil entender por que essas cidades do Meio-Oeste, nas quais a grafiose se espalhou apenas bem recentemente, mergulharam sem questionamentos em programas ambiciosos e caros de pulverização, aparentemente sem esperar para investigar as experiências em outras áreas que estavam mais familiarizadas com o problema. O estado de Nova York, por exemplo, tinha certamente o histórico mais longo de experiência contínua com a grafiose, pois foi, ao que se imagina, pelo Porto de Nova York que a lenha de olmo doente entrou nos Estados Unidos por volta de 1930. E o estado de Nova York tem hoje um registro impressionante de contenção e supressão da doença. Entretanto, lá eles não contaram com a pulverização. Na verdade, o serviço de extensão de agricultura do estado não

recomenda a pulverização como um método comunitário de controle.

Como então Nova York conseguiu esse belo histórico? Desde os primeiros anos da batalha em defesa dos olmos até o presente momento, o estado apoiou-se no saneamento rigoroso, ou seja, na imediata remoção e destruição de toda a madeira doente ou infectada. No princípio, alguns dos resultados foram desapontadores, mas isso aconteceu porque não se compreendeu de imediato que não apenas as árvores doentes, e sim toda a madeira de olmo em que os besouros pudessem se reproduzir, devia ser destruída. A madeira infectada do olmo, após ser cortada e armazenada para servir de lenha, libera um enxame de besouros transmissores do fungo, a menos que seja queimada antes da primavera. São os besouros adultos, que emergem da hibernação para se alimentar no fim de abril e maio, que transmitem a grafiose. Os entomologistas de Nova York aprenderam, por experiência, quais tipos de materiais usados para a reprodução do besouro têm real importância no alastramento da doença. Concentrando-se nesse material perigoso, foi possível não apenas obter bons resultados, mas manter o custo do programa de saneamento dentro de limites razoáveis. Em 1950, a incidência da grafiose na cidade de Nova York havia sido reduzida a dois décimos de 1% dos 55 mil olmos da cidade. Um programa de saneamento foi lançado no condado de Westchester em 1942. Durante os catorze anos seguintes, a perda anual média de olmos foi de apenas dois décimos de 1% ao ano. Buffalo, com 185 mil olmos, tem um registro excelente de contenção da doença por saneamento, com perdas anuais recentes chegando a somente três décimos de 1%. Em outras palavras: com essa média de perda, levaria cerca de trezentos anos para eliminar os olmos de Buffalo.

O que aconteceu em Syracuse é particularmente impressionante. Lá, nenhum programa eficaz foi posto em operação antes de 1957. Entre 1951 e 1956, Syracuse perdeu quase 3 mil olmos. Então, sob a direção de Howard C. Miller, da Faculdade de Administração Florestal da Universidade Estadual de Nova York, foram feitos esforços intensivos para remover todos os olmos doentes e todas as fontes possíveis de madeira de olmo onde o besouro se reproduzia. A proporção de perdas está, agora, bem abaixo de 1% ao ano.

A economia do método de saneamento é enfatizada pelos especialistas de Nova York no controle da grafiose. “Na maioria dos casos, o gasto real é pequeno comparado com a economia provável”, diz J. G. Matthysse, da Faculdade de Agricultura do Estado de Nova York.

> *Se é o caso de um galho morto ou quebrado, o galho teria de ser removido após algum tempo, como precaução contra possíveis danos a propriedades ou ferimentos em pessoas. Se é uma pilha de lenha combustível, a madeira pode ser usada antes da primavera, a casca pode ser arrancada da madeira, ou a madeira pode ser armazenada em um lugar seco. No caso dos olmos mortos ou prestes a morrer, o custo da remoção imediata para impedir que a grafiose se alastre geralmente não é maior do que seria necessário mais tarde, pois a maior parte das árvores mortas em regiões urbanas precisa ser removida mais cedo ou mais tarde.*

A situação em relação à grafiose, portanto, não é inteiramente sem esperança, desde que medidas inteligentes e baseadas em sólidas informações sejam tomadas. Apesar de não poder ser erradicada por nenhum meio conhecido, uma vez que se estabeleça em uma comunidade, a doença pode ser suprimida e contida dentro de limites razoáveis por meio do saneamento, e sem o uso de métodos

que são não apenas fúteis, mas também implicam a trágica destruição da vida das aves. Há outras possibilidades no campo da genética florestal, em que experimentos oferecem a esperança de que se possa desenvolver um olmo híbrido resistente à grafiose. O olmo europeu é altamente resistente, e muitos deles têm sido plantados em Washington, capital dos Estados Unidos. Até mesmo durante um período em que uma alta porcentagem dos olmos da cidade foi afetada, nenhum caso de grafiose foi encontrado entre aquelas árvores.

O replantio por meio de um programa imediato de viveiros de árvores e de reflorestamento está sendo encorajado em comunidades que estão perdendo grande quantidade de olmos. Isso é importante, e embora tais programas pudessem incluir também os resistentes olmos europeus, deve-se buscar uma variedade de espécies para que nenhuma epidemia futura seja capaz de privar a comunidade de suas árvores. A chave para uma comunidade saudável de plantas ou animais está no que o ecologista britânico Charles Elton chama de "a conservação da variedade". O que está acontecendo agora é, em grande parte, resultado da falta de conhecimento biológico das gerações passadas. Até uma geração atrás, ninguém sabia que encher grandes áreas com uma única espécie de árvore era um convite ao desastre. E, assim, cidades inteiras flanquearam suas ruas e pontilharam seus parques com olmos, e hoje os olmos estão morrendo, assim como os pássaros.

Como o pintarroxo, outro pássaro dos Estados Unidos parece estar à beira da extinção. É o símbolo nacional: a águia. As populações desta ave vêm diminuindo de forma alarmante na última década. Os fatos sugerem que algo está acontecendo no ambiente da águia, algo que virtualmente destruiu sua habilidade de se reproduzir. Ainda

não se sabe com certeza do que se trata, mas há algumas evidências de que os inseticidas sejam responsáveis.

As águias que vêm sendo estudadas com maior profundidade na América do Norte são aquelas que constroem seus ninhos ao longo de um trecho do litoral que vai desde Tampa até Fort Myers, na costa ocidental da Flórida. Lá, um banqueiro aposentado de Winnipeg, Charles Broley, alcançou fama entre os ornitólogos ao anilhar mais de mil águias-americanas jovens entre 1939 e 1949. (Apenas 166 águias haviam sido anilhadas em toda a história anterior de anilhamento de pássaros nos Estados Unidos.) O sr. Broley anilhou águias quando jovens durante os meses de inverno, antes que deixassem seus ninhos. A recuperação posterior de aves anilhadas demonstrou que essas águias nascidas na Flórida espalharam-se em direção ao norte, ao longo da costa, até a ilha do Príncipe Eduardo no Canadá, embora tivessem sido consideradas anteriormente não migratórias. No outono, elas voltam para o sul, sendo a migração registrada em famosos pontos de observação, como Hawk Mountain, no leste da Pensilvânia.

Durante os primeiros anos de anilhamento, o sr. Broley costumava encontrar 125 ninhos ativos por ano naquele trecho do litoral que ele escolhera para esse trabalho. O número de filhotes anilhados a cada ano era de cerca de 150. Em 1947, a geração de aves jovens começou a declinar. Alguns ninhos não continham nenhum ovo; outros apresentavam ovos que não chocavam. Entre 1952 e 1957, cerca de 80% dos ninhos não geraram nenhum filhote. No último ano desse período, apenas 43 ninhos estavam ocupados. Sete deles geraram aves jovens (oito filhotes de águia); 23 continham ovos que não chocaram; treze foram usados tão somente como postos de alimentação pelas águias adultas e não continham ovos. Em 1958, o sr. Broley percorreu cerca de 160 quilômetros do litoral antes de

conseguir encontrar e anilhar um filhote de águia. As águias adultas, que haviam sido vistas em 43 ninhos em 1957, eram tão raras que ele as avistou em apenas dez ninhos.

Embora a morte do sr. Broley em 1959 tenha encerrado essa série valiosa de observações ininterruptas, relatórios da Sociedade Audubon da Flórida, assim como de Nova Jersey e da Pensilvânia, confirmaram a tendência que pode acabar forçando os norte-americanos a escolher um novo símbolo nacional. Os relatórios de Maurice Broun, curador do Santuário de Hawk Mountain, são especialmente significativos. Hawk Mountain é um pitoresco pico no sudoeste da Pensilvânia, onde as cadeias mais a leste dos Apalaches formam uma última barreira para os ventos ocidentais antes que estes amainem ao descerem rumo à planície da costa. Os ventos que atingem as montanhas são desviados para cima, de forma que, em muitos dias de outono, há uma corrente de ar ascendente contínua na qual as águias e os falcões de longas asas planam sem esforço, percorrendo muitos quilômetros de suas rotas migratórias em um único dia. Em Hawk Mountain, as cadeias convergem, assim como as rotas aéreas das aves. O resultado é que, vindos de um vasto território ao norte, os pássaros passam por um verdadeiro ponto de afunilamento.

Em seus muitos anos como guardião desse santuário, Maurice Broun observou e até mesmo registrou em tabelas mais falcões e águias do que qualquer outro norte-americano. O ápice da migração das águias-americanas é no fim de agosto e início de setembro. Presume-se que essas aves venham da Flórida, regressando ao território natal após um verão no Norte. (Mais tarde, no outono e no início do inverno, algumas águias maiores fazem a travessia. Acredita-se que estas pertençam a uma raça do Norte, com destino a um território de inverno desconhecido.) Nos primeiros anos após o

estabelecimento do santuário, entre 1935 e 1939, 40% das águias observadas eram filhotes de um ano de idade, facilmente identificados pela plumagem escura uniforme. Entretanto, em anos recentes, esses pássaros imaturos tornaram-se uma raridade. Entre 1955 e 1959, eles constituíam apenas 20% da contagem total, e em um ano (1957) havia apenas uma águia jovem para cada 32 adultos.

As observações em Hawk Mountain estão em concordância com as descobertas feitas em outros lugares. Um desses relatórios foi redigido por Elton Fawks, funcionário do Conselho de Recursos Naturais de Illinois. As águias — que provavelmente constroem ninhos no Norte — passam o inverno ao longo dos rios Mississipi e Illinois. Em 1958, o sr. Fawks relatou que, em uma contagem recente de 59 águias, havia apenas uma ave imatura. Indicações similares da extinção da raça vêm do único santuário do mundo só para águias, a ilha Mount Johnson, no rio Susquehanna. A ilha, apesar de ficar apenas 12 quilômetros acima da represa de Conowingo e a cerca de 800 metros da costa do condado de Lancaster, conserva a primitiva condição selvagem. Desde 1934, o único ninho de águia na ilha esteve sob a observação do professor Herbert H. Beck, um ornitólogo de Lancaster e supervisor do santuário. Entre 1935 e 1947, o uso do ninho foi regular e, de maneira uniforme, coroada de êxito. Desde 1947, embora águias adultas tenham ocupado o ninho e haja evidências de que ovos foram postos, nenhuma águia jovem foi gerada.

Na ilha Mount Johnson, assim como na Flórida, portanto, a mesma situação prevalece — há alguma ocupação dos ninhos pelos adultos, alguma produção de ovos, mas poucos filhotes, ou mesmo nenhum. Quando se tenta encontrar uma explicação, apenas uma parece se ajustar a todos os fatos. É que algum agente ambiental diminuiu a tal

ponto a capacidade reprodutiva das aves que não há agora quase nenhum acréscimo anual de filhotes para preservar a raça.

Esse mesmo tipo de situação foi produzida artificialmente em outras aves por vários experimentos, notadamente aqueles conduzidos pelo dr. James DeWitt, do Serviço de Peixes e Vida Selvagem dos Estados Unidos. As experiências, agora clássicas, do dr. DeWitt sobre o efeito de uma série de inseticidas em codornas e faisões estabeleceram o fato de que a exposição ao DDT ou a agentes químicos relacionados, mesmo quando não produz males observáveis nos pássaros genitores, pode afetar seriamente a reprodução. O modo como o efeito se manifesta pode variar, mas o resultado final é sempre o mesmo. Por exemplo, as codornas em cuja dieta foi introduzido o DDT sobreviveram por toda a temporada de reprodução e até geraram uma quantidade normal de ovos férteis. Mas poucos desses ovos chocaram. “Muitos embriões pareceram se desenvolver normalmente durante os primeiros estágios de incubação, mas morreram no período do nascimento”, disse o dr. DeWitt. Daqueles ovos que chocaram, mais da metade dos filhotes morreu em até cinco dias. Em outros testes, nos quais tanto faisões quanto codornas foram examinados, os adultos alimentados com dietas contaminadas com inseticida ao longo do ano não geraram nenhum ovo. Na Universidade da Califórnia, o dr. Robert Rudd e o dr. Richard Genelly relataram descobertas semelhantes. Quando os faisões receberam dieldrina em sua dieta, “a produção de ovos diminuiu notavelmente, e a sobrevivência dos filhotes foi baixa”. Segundo esses autores, o efeito retardado, porém letal, sobre os filhotes decorre do acúmulo de dieldrina na gema do ovo, a partir da qual a substância é gradualmente assimilada durante a incubação e após o choco.

Essa sugestão é fortemente corroborada pelos estudos recentes do dr. Wallace e de um aluno de pós-graduação, Richard F. Bernard, que encontraram altas concentrações de DDT em pintarroxos no câmpus da Universidade Estadual de Michigan. Eles encontraram o veneno nos testículos de todos os pintarroxos examinados, nos folículos dos ovos em desenvolvimento, no ovário das fêmeas, em ovos completos mas não postos, nos ovidutos, em ovos não chocados em ninhos abandonados, nos embriões dentro dos ovos, e em um filhote morto recém-nascido.

Esses importantes estudos estabelecem o fato de que o veneno do inseticida afeta a geração seguinte àquela que teve o contato inicial com a substância. O armazenamento do veneno no ovo, na gema que alimenta o embrião em desenvolvimento, é praticamente uma garantia de morte e explica por que tantos dos pássaros de DeWitt morreram no ovo, ou poucos dias após chocarem.

A aplicação desses estudos às águias, em laboratório, apresenta dificuldades que são quase insuperáveis, mas estudos de campo estão agora em andamento na Flórida, em Nova Jersey e em outros lugares, na esperança de se obter evidências definitivas quanto ao que vem causando a aparente esterilidade de boa parte da população das águias. Enquanto isso, as evidências circunstanciais disponíveis apontam para os inseticidas. Em localidades em que há abundância de peixes, estes compõem grande parte da dieta da águia (cerca de 65% no Alasca; em torno de 52% na área da baía de Chesapeake). Quase inquestionavelmente, as águias estudadas pelo sr. Broley por tanto tempo alimentavam-se sobretudo de peixes. Desde 1945, essa área da costa, em particular, tem sido submetida a repetidas pulverizações com DDT dissolvido em óleo combustível. O alvo principal da pulverização aérea era o mosquito *Ochlerotatus squamiger*, que habita os pântanos e as regiões do litoral, áreas de

alimentação típicas das águias. Peixes e caranguejos foram mortos em enormes quantidades. As análises em laboratório dos tecidos desses animais revelaram altas concentrações de DDT — até 46 partes por milhão. Como os mergulhões do lago Clear, que acumularam altas concentrações de resíduos de inseticida ao comer os peixes do lago, é quase certo que as águias estejam armazenando DDT nos tecidos de seu corpo. E, assim como acontece com mergulhões, faisões, codornas e pintarroxos, a capacidade das águias de gerar filhotes e preservar a continuidade da raça é cada vez menor.

De todos os lugares do mundo, chegam ecos do perigo que as aves enfrentam em nosso mundo moderno. Os relatos diferem nos detalhes, mas sempre repetem o tema da morte da vida selvagem no rastro dos pesticidas. Assim são as histórias de centenas de pequenos pássaros e perdizes morrendo na França depois que cepas de videira foram tratadas com um herbicida contendo arsênico, ou dos campos de caça à perdiz na Bélgica, outrora famosos pela abundância dessas aves, despojados de perdizes após a pulverização de fazendas vizinhas.

Na Inglaterra, o maior problema parece ser específico, ligado à prática crescente de tratar as sementes com inseticidas antes de semeá-las. O tratamento da semente não é algo inteiramente novo, mas em anos anteriores os produtos químicos mais usados eram fungicidas. Nenhum efeito nas aves parece ter sido observado então. Depois, por volta de 1956, houve uma mudança para um tratamento de finalidade dupla: além do fungicida, acrescentou-se dieldrina, aldrina ou heptacloro para combater insetos no solo. Como resultado, a situação mudou para pior.

Na primavera de 1960, um dilúvio de comunicados acerca de aves mortas chegou às autoridades britânicas responsáveis pela vida

selvagem, inclusive o Truste Britânico de Ornitologia, a Sociedade Real de Proteção às Aves e a Associação de Aves de Caça. “O lugar parece um campo de batalha”, escreveu um proprietário de terras em Norfolk. “O meu caseiro encontrou inúmeros cadáveres, inclusive montes de pequenos pássaros — tentilhões, verdilhões, pintarroxos, ferreirinhas e também pardais [...] A destruição da vida selvagem é mesmo de dar dó.” Um guarda-caça escreveu:

> *Minhas perdizes foram exterminadas pelo milho tratado, assim como alguns faisões e todos os outros pássaros; centenas de pássaros foram mortos [...] Tendo sido guarda-caça por toda a vida, tem sido uma experiência angustiante para mim. É horrível ver casais de perdizes que morreram juntos.*

Em relatório conjunto, o Truste Britânico de Ornitologia e a Sociedade Real de Proteção às Aves descreveram 67 matanças de pássaros — uma lista que está longe de estar completa da destruição que ocorreu na primavera de 1960. Dessas 67 matanças, 59 foram causadas pelo tratamento das sementes, e oito por pulverizações tóxicas.

Uma nova onda de envenenamento começou no ano seguinte. A morte de seiscentos pássaros em uma única propriedade em Norfolk foi relatada à Câmara dos Lordes, e cem faisões morreram em uma fazenda em North Essex. Logo se tornou evidente que mais condados estavam envolvidos do que em 1960 (34, quando antes haviam sido 23). O Lincolnshire, uma área predominantemente agrícola, parece ter sido a que mais sofreu, com relatos de 10 mil aves mortas. Mas a destruição afetou toda a Inglaterra agrícola, desde Angus, ao norte, até a Cornualha, ao sul, e de Anglesey, a oeste, até Norfolk, a leste.

Na primavera de 1961, a preocupação atingiu tais proporções que uma comissão especial da Câmara dos Comuns fez uma investigação, recolhendo depoimentos de fazendeiros, proprietários de terra e

representantes do Ministério de Agricultura e de vários órgãos governamentais e não governamentais relacionados à vida selvagem.

"Os pombos estão caindo mortos do céu de repente", disse uma testemunha. "É possível se sair de Londres e percorrer de carro uma ou duas centenas de quilômetros sem ver um único peneireiro", relatou outra. "Não houve nada parecido no presente século, ou em nenhum outro tempo, que eu saiba; [este é] o maior risco à vida selvagem e aos animais de caça que este país já presenciou", testemunharam altos funcionários do Setor de Conservação da Natureza.

As instalações para análises químicas das vítimas eram bastante inadequadas para a tarefa, com apenas dois químicos no país capazes de realizar testes (um dos químicos era funcionário do governo; o outro, a serviço da Sociedade Real de Proteção às Aves). Testemunhas descreveram enormes fogueiras nas quais os corpos das aves eram queimados. Mas foram feitos esforços para coletar carcaças para exame; dos pássaros analisados, todos menos um continham resíduos de pesticida. A única exceção foi uma narceja, que não se alimenta de sementes.

Além dos pássaros, as raposas também podem ter sido afetadas, provavelmente de forma indireta ao comer ratos ou pássaros envenenados. A Inglaterra, assolada por coelhos, precisa desesperadamente das raposas como predadores. No entanto, entre novembro de 1959 e abril de 1960, pelo menos 1.300 raposas morreram. As mortes foram mais numerosas nos mesmos condados em que gaviões, peneireiros e outras aves de rapina virtualmente desapareceram, o que sugere que o veneno se espalhou pela cadeia alimentar, atingindo desde os comedores de sementes até os carnívoros de pelo e penas. O comportamento das raposas moribundas era aquele característico dos animais envenenados com

inseticidas à base de hidrocarboneto clorado. Elas eram vistas andando em círculos, tontas e parcialmente cegas, antes de morrer em convulsões.

As audiências convenceram a comissão de que a ameaça à vida selvagem era "bastante alarmante"; assim sendo, esta recomendou à Câmara dos Comuns que "o ministro da Agricultura e o secretário de Estado da Escócia assegurassem a proibição imediata do uso no tratamento de sementes de compostos contendo dieldrina, aldrina ou heptacloro, ou agentes químicos de toxidez comparável". A comissão também recomendou controles mais adequados para garantir que os produtos químicos fossem testados adequadamente tanto em condições de campo como de laboratório antes de serem postos no mercado. Essa, vale a pena enfatizar, é uma das maiores lacunas na pesquisa de pesticidas em todos os lugares. Os testes dos fabricantes com animais de laboratório comuns — ratos, cães, porquinhos-da-índia — não incluem espécies selvagens; nenhum pássaro, como regra, e nenhum peixe; além disso, são feitos sob condições controladas e artificiais. A aplicação desses testes à vida selvagem no campo é tudo menos precisa.

A Inglaterra não está, de forma alguma, sozinha nesse problema de proteger as aves das sementes tratadas. Nos Estados Unidos, o problema tem sido bastante incômodo nas áreas de cultivo de arroz, na Califórnia e no Sul do país. Há muitos anos, os produtores de arroz da Califórnia vêm tratando a semente com DDT como proteção contra os camarões-girinos e besouros saprófagos que algumas vezes danificam a semente do arroz. Os amantes da caça na Califórnia desfrutavam de excelentes caçadas graças às concentrações de pássaros aquáticos e faisões nos campos de arroz. Mas, na década passada, consecutivos relatórios de mortes de pássaros, especialmente entre os faisões, patos e melros, chegaram dos

condados produtores de arroz. A “doença do faisão” tornou-se um fenômeno bem conhecido: as aves “buscam a água, ficam paralisadas e são encontradas nas margens dos canais e nos canteiros de arroz, tremendo”, segundo um observador. A “doença” surge na primavera, a época em que os campos de arroz são semeados. A concentração de DDT empregada é muitas vezes maior do que a quantidade suficiente para matar um faisão adulto.

A passagem de alguns anos e o desenvolvimento de mais inseticidas venenosos serviram para aumentar o perigo proveniente das sementes tratadas. A aldrina, que é cem vezes mais tóxica do que o DDT para os faisões, é hoje amplamente usada como revestimento de sementes. Nos campos de arroz do leste do Texas, essa prática reduziu seriamente as populações da marreca-caneleira, um pato semelhante ao ganso, de cor marrom-dourada, da costa do Golfo. Sem dúvida, há motivos para se pensar que os cultivadores de arroz, tendo encontrado uma forma de reduzir as populações de melros, estão empregando o inseticida com uma finalidade dupla, causando efeitos desastrosos em diversas espécies de aves dos campos de arroz.

À medida que o hábito de matar cresce — o recurso de “erradicar” qualquer criatura que possa nos aborrecer ou nos ser inconveniente —, as aves se tornam, cada vez mais, o alvo direto de venenos, em vez de alvos apenas incidentais. Há uma tendência crescente a aplicações aéreas desses venenos mortais, como o paratião, para “controlar” as concentrações de aves que desagradam aos fazendeiros. O Serviço de Peixes e Vida Selvagem achou necessário expressar grande preocupação com essa tendência, afirmando que “as áreas tratadas com paratião constituem um perigo potencial para humanos, animais domésticos e para a vida animal”. No sul de Indiana, por exemplo, alguns fazendeiros se reuniram no verão de 1959 para

contratar um avião de pulverização para tratar uma área de baixada do rio com paratião. A área era o local de pernoite escolhido por milhares de melros que se alimentavam nos milharais próximos. O problema poderia ter sido resolvido facilmente com uma leve alteração na prática agrícola — mudando para uma variedade de milho com espigas dispostas em profundidade, não acessíveis aos pássaros — mas os fazendeiros haviam sido persuadidos dos méritos de matar com o veneno e, assim, enviaram os aviões em sua missão de morte.

Os resultados provavelmente agradaram aos fazendeiros, pois a lista de baixas incluiu cerca de 65 mil tordos-sargento e estorninhos. Não se sabe quantas outras mortes entre os animais selvagens deixaram de ser notadas ou registradas. O paratião não é específico contra melros: é um matador universal. Quaisquer coelhos, guaxinins ou gambás que possam ter passado por aquela baixada e talvez nunca visitado os milharais dos fazendeiros foram condenados por um juiz e um júri que nem sabiam da existência deles, nem com ela se importavam.

E quanto aos seres humanos? Nos pomares da Califórnia pulverizados com esse mesmo paratião, os funcionários que manuseavam a folhagem que havia sido tratada *um mês* antes sofreram colapso e entraram em choque, e só escaparam da morte graças a hábeis cuidados médicos. Será que Indiana ainda cria meninos que andam pelos bosques ou campos, e que possam até explorar as margens de um rio? Em caso afirmativo, quem protegeu a área envenenada para impedir que qualquer um pudesse entrar, na equivocada busca de uma natureza intacta? Quem ficou de guarda para avisar o andarilho inocente de que os campos em que estava prestes a entrar eram mortíferos — toda a vegetação coberta com um véu letal? Apesar de um risco tão temível, os fazendeiros, sem nada

que os detivesse, levaram adiante sua guerra desnecessária contra os melros.

Em cada uma dessas situações, é preciso refletir sobre: quem tomou a decisão que pôs em movimento essas cadeias de envenenamentos, essa onda cada vez mais ampla de morte que se alastra, como os círculos que se formam quando uma pedra é jogada nas águas plácidas de um lago? Quem colocou em um prato da balança as folhas que poderiam ter sido comidas pelos besouros e no outro os melancólicos montes de penas de muitas tonalidades, os restos sem vida das aves que pereceram sob a clava não seletiva dos venenos de inseticida? Quem decidiu — quem tem o *direito* de decidir — pelas incontáveis legiões de pessoas que não foram consultadas que o valor supremo é um mundo sem insetos, mesmo que este seja também um mundo estéril, sem o encanto da asa encurvada de um pássaro a voar? A decisão é do ditador que foi temporariamente investido desse poder; ele a tomou durante um momento de desatenção por parte de milhões de pessoas para quem a beleza e o mundo ordenado da natureza ainda têm um significado profundo e necessário.

# Rios de Morte

DAS VERDES PROFUNDEZAS do Atlântico em alto-mar, muitos caminhos levam de volta à costa. São caminhos seguidos pelos peixes; embora invisíveis e intangíveis, são ligados ao fluxo das águas vindas dos rios litorâneos. Ao longo de milhares e milhares de anos, o salmão conheceu e seguiu essas trilhas de água doce que o levava de volta aos rios, pois todos os salmões regressam ao afluente em que passaram os primeiros meses ou anos de vida. Assim, no verão e no outono de 1953, o salmão do rio chamado Miramichi, na costa de New Brunswick, saiu das áreas de alimentação situadas no alto oceano Atlântico e subiu até seu rio natal. Nas cabeceiras do Miramichi, em cursos de água que se juntam em uma rede de riachos abrigados à sombra, o salmão depositou os seus ovos naquele outono em leitos de cascalho sobre os quais os cursos de água fluíam céleres e frescos. Esses locais, as vertentes das grandes florestas de coníferas, de abetos e de bálsamos, da cicuta e dos pinheiros, fornecem o tipo de local de desova de que o salmão necessita a fim de sobreviver.

Esses eventos repetiam um padrão muito antigo, um padrão que fizera do Miramichi um dos melhores rios de salmão na América do Norte. Mas naquele ano o padrão seria rompido.

Durante o outono e o inverno, os ovos do salmão, grandes e de casca espessa, ficaram em canais ou sulcos rasos, cheios de cascalho, que o peixe-mãe escavara no fundo do rio. No frio do inverno, eles se desenvolveram lentamente, como de hábito, e apenas quando a primavera, finalmente, trouxe o degelo, libertando os rios da floresta, os filhotes nasceram. A princípio, eles se esconderam entre os seixos

do leito do rio — peixes pequenos, de cerca de meia polegada de comprimento. Eles não precisavam ir em busca de alimento, pois viviam dentro do grande saco vitelino. Só depois que este fosse absorvido, eles começariam a procurar por pequenos insetos no rio.

Com os novos salmões recém-nascidos no Miramichi naquela primavera de 1954, havia filhotes de desovas anteriores, salmões com um ou dois anos de idade, peixes jovens com peles reluzentes decoradas com listras e pontos vermelhos brilhantes. Esses jovens comiam com voracidade, procurando os estranhos e variados insetos do rio.

Quando o verão se aproximou, tudo isso mudou. Naquele ano, a vertente do noroeste do Miramichi foi incluída em um vasto programa de pulverização que o governo canadense lançara no ano anterior — um programa concebido para salvar as florestas dos tortricídeos. O tortricídeo é um inseto nativo que ataca vários tipos de coníferas. No leste do Canadá, ele parece tornar-se extraordinariamente abundante a cada 35 anos. O início da década de 1950 assistiu a um surto de crescimento das populações de tortricídeos. Para combatê-lo, iniciou-se a pulverização com DDT, primeiro em pequena escala, depois, subitamente, em um ritmo acelerado, em 1953. Milhões de acres de florestas foram pulverizados, em vez dos milhares de antes, em um esforço para salvar os bálsamos, que são o sustentáculo da indústria de polpa e papel.

Assim, em 1954, no mês de junho, os aviões visitaram as florestas do noroeste do Miramichi, e nuvens brancas depositando-se sobre o solo marcaram a trajetória em zigue-zague de seu voo. A pulverização — cerca de um quarto de quilograma de DDT por acre (4.064,86 metros quadrados) em uma solução de óleo — infiltrou-se na floresta de bálsamos, e parte dela finalmente chegou ao solo e às

águas correntes. Os pilotos, concentrados apenas na tarefa que lhes fora atribuída, não se esforçaram por evitar os rios, nem por fechar os tubos de *spray* ao voar sobre eles; todavia, como a nuvem de pulverização se desloca rápido, mesmo com o mais leve sopro de vento, talvez os resultados tivessem sido um pouco diferentes se eles o tivessem feito.

Logo após o fim da pulverização, havia sinais inconfundíveis de que nem tudo estava bem. Dentro de dois dias, peixes mortos e moribundos, inclusive muitos salmões jovens, foram encontrados às margens dos rios. Apareceram também trutas entre os peixes mortos, e junto às estradas e nos bosques, os pássaros estavam morrendo. Toda a vida do rio foi extinta. Antes da pulverização, havia uma rica variedade de espécies aquáticas que fornecem alimento para o salmão e a truta — larvas de tricópteros, que vivem em tubos construídos folgadamente ao redor de seu corpo com folhas, caules ou cascalho ligados por saliva; ninfas de plecópteros (moscas-das-pedras) agarradas às rochas para se proteger das correntes em torvelinho, e larvas de borrachudo, semelhantes a vermes, passando rente às rochas sob corredeiras ou nos locais onde o rio se espalha por sobre rochas de inclinação íngreme. Mas agora os insetos do rio estavam mortos, extintos pelo DDT, e não havia nada para um jovem salmão comer.

Em meio a tal quadro de morte e destruição, seria difícil esperar que os próprios jovens salmões escapassem, e realmente não escaparam. Por volta de agosto, não restava mais nenhum dos filhotes de salmão que haviam emergido dos leitos de cascalho naquela primavera. A desova de um ano inteiro fora perdida. Os filhotes mais velhos, aqueles que haviam nascido um ano antes ou mais, estavam em condições só um pouco melhores. Para cada seis jovens salmões da desova de 1953 que estavam à procura de alimento

no rio quando os aviões se aproximaram, restou apenas um. Os jovens salmões da desova de 1952, quase prontos para ir para o mar, tiveram seu número reduzido em um terço.

Todos esses fatos são conhecidos porque o Conselho de Pesquisa de Pesca do Canadá vinha fazendo um estudo do salmão no noroeste do Miramichi desde 1950. Todos os anos, o Conselho fazia um recenseamento dos peixes que viviam naquele rio. Os registros dos biólogos abrangiam o número de salmões adultos que subiam o rio para desovar, o número de filhotes de cada grupo etário presentes no rio e a população normal, não apenas de salmões, mas também de outras espécies de peixes que habitavam o rio. Com esse registro completo das condições anteriores à pulverização, foi possível medir o dano causado pela pulverização com uma precisão raramente encontrada em outros casos.

Essa pesquisa mostrou mais do que a perda dos filhotes de peixes: revelou uma grave alteração nos próprios rios. As pulverizações seguidas haviam alterado completamente o meio ambiente do rio, e os insetos aquáticos que constituem o alimento do salmão e da truta haviam sido mortos. Um longo tempo é necessário, mesmo após uma única pulverização, para que a maioria desses insetos prolifere até uma quantidade suficiente para sustentar uma população normal de salmões — é uma questão de anos, não de meses.

As espécies menores, como o mosquito-pólvora e os borrachudos, se restabelecem com bastante rapidez e constituem alimentos adequados para os salmões menores, os filhotes de apenas poucos meses de idade. Mas essa rápida recuperação não acontece para os maiores insetos aquáticos, dos quais o salmão depende em seu segundo e terceiro anos de idade. Esse tempo corresponde ao estágio larval dos insetos maiores, como os tricópteros, plecópteros e efeméridas. Mesmo no segundo ano depois que o DDT entra em um

rio, um jovem salmão à procura de comida teria dificuldade em encontrar qualquer coisa além de um ocasional pequeno plecóptero (mosca-das-pedras). Não haveria plecópteros, efeméridas ou tricópteros grandes. No esforço de fornecer esse alimento natural, os canadenses vêm tentando transplantar larvas de tricópteros e outros insetos para a área estéril do Miramichi. Mas é claro que tais larvas transplantadas seriam eliminadas por qualquer nova pulverização que ali se realizasse.

As populações de tortricídeos, em vez de se reduzirem, como era esperado, mostraram-se resistentes, e entre 1955 e 1957 a pulverização foi repetida em várias partes de New Brunswick e Quebec, sendo que alguns locais foram pulverizados até três vezes. Por volta de 1957, cerca de 60 mil quilômetros quadrados haviam sido pulverizados. Embora as pulverizações fossem então temporariamente suspensas, um súbito ressurgimento de tortricídeos levou à sua retomada em 1960 e 1961. Na verdade, não há nenhuma evidência em lugar nenhum de que as pulverizações de produtos químicos feitas em nome do controle do tortricídeo tenham sido mais do que uma medida de caráter temporário (com o objetivo de salvar as árvores da morte pelo desfolhamento ao longo de vários anos sucessivos) e, assim, os seus lamentáveis efeitos colaterais continuarão a ser sentidos com as repetições das pulverizações. Em um esforço para minimizar a destruição dos peixes, os funcionários florestais canadenses reduziram a concentração de DDT de cerca de um quarto de quilo para um oitavo de quilo por acre (4.064,86 metros quadrados), sob recomendação do Conselho de Pesquisa de Pesca. (Nos Estados Unidos, a medida padrão, altamente letal, de meio quilo por acre ainda prevalece.) Agora, depois de vários anos de observação dos efeitos da pulverização, os canadenses encontraram uma situação mesclada, mas que proporciona muito pouco alívio

para os aficionados da pesca do salmão, caso as pulverizações continuem.

Uma combinação bastante incomum de circunstâncias tem, até agora, poupado os cursos de água do noroeste do Miramichi da destruição que fora prevista — uma constelação de acontecimentos que podem não ocorrer novamente em um século. É importante entender o que aconteceu ali, e as razões que explicam o ocorrido.

Em 1954, como vimos, a vertente desse ramo do Miramichi recebeu uma pulverização intensa. Depois disso, exceto por uma estreita faixa pulverizada com produtos químicos em 1956, toda a vertente superior desse ramo foi excluída do programa de pulverização. No outono de 1954, uma tempestade tropical desempenhou um papel importante no destino dos salmões do Miramichi. O furacão Edna, uma violenta tempestade até a extremidade da sua trajetória rumo ao norte, provocou chuvas torrenciais no litoral da Nova Inglaterra e do Canadá. Os novos cursos de água resultantes da chuva levaram correntes de água doce para alto-mar e carregaram consigo um número incomum de salmões. Em consequência, os leitos de cascalho dos rios que os salmões procuravam para desovar receberam uma quantidade incomumente abundante de ovos. Os jovens salmões chocados no noroeste do Miramichi na primavera de 1955 encontraram circunstâncias praticamente ideais para a sobrevivência. Embora o DDT houvesse matado todos os insetos do rio no ano anterior, os insetos menores — os mosquitos-pólvora e borrachudos — haviam retornado em grandes quantidades. Esses insetos são o alimento normal dos filhotes de salmão. Naquele ano, os filhotes de salmão encontraram não só comida abundante como tinham poucos competidores a enfrentar, devido ao triste fato de que os salmões de um ou dois anos de idade haviam sido extintos pela pulverização de 1954. Dessa forma, os filhotes de 1955 cresceram

muito rápido e sobreviveram em quantidades excepcionais. Eles completaram o seu crescimento no rio em um tempo mais curto e seguiram mais cedo para o mar. Muitos deles voltaram em 1959 para encher o seu rio nativo de “grilse” (como são chamados os salmões mais novos).

Se os cursos de água do noroeste do Miramichi ainda estão em condições relativamente boas é porque a pulverização foi feita apenas em um ano. Os resultados de pulverizações seguidas podem ser vistos claramente nos outros cursos da vertente, onde está ocorrendo um alarmante declínio das populações de salmão.

Em todos os rios que receberam pulverizações, os salmões novos de qualquer tamanho são raros. Os mais novos foram, em muitos casos, “praticamente exterminados”, conforme os relatórios dos biólogos. No curso principal do sul do Miramichi, que foi alvo de pulverizações em 1956 e 1957, o rendimento da pesca em 1959 foi o mais baixo da década. Os pescadores notaram a extrema escassez de *grilse* — o grupo mais jovem que deveria regressar do mar. Na armadilha para coletar amostras no estuário do Miramichi a contagem de salmões novos em 1959 alcançou apenas um quarto da contagem do ano anterior. Em 1959, todo o sistema do Miramichi produziu apenas cerca de 600 mil *smolt* (como são chamados os salmões jovens que descem para o mar). Esse valor corresponde a menos de um terço daquele obtido nos três anos anteriores.

Em tal cenário, o futuro da pesca de salmão em New Brunswick pode muito bem depender de se encontrar uma alternativa para a inundação das florestas com DDT.

A situação no leste do Canadá não é única, exceto, talvez, quanto à extensão da floresta que foi pulverizada com produtos químicos e à riqueza dos fatos que puderam ser coletados. O Maine também tem florestas de abetos e bálsamos, assim como dificuldades para

controlar os insetos florestais. O Maine também tem rios com salmões — remanescentes dos magníficos rios de outrora, mas remanescentes arduamente conquistados pelo trabalho de biólogos e conservacionistas para salvar pelo menos algum hábitat para o salmão nos rios sobrecarregados pela poluição industrial e atravancados com toras de madeira. Embora a pulverização houvesse sido experimentada como arma contra os onipresentes tortricídeos, as áreas afetadas foram relativamente pequenas e, até agora, não incluíram rios importantes para a desova do salmão. Mas o que aconteceu com os peixes de rio em uma área observada pelo Departamento de Pesca Fluvial e Caça do Maine talvez seja um presságio do que o futuro nos reserva.

"Imediatamente após a pulverização de 1958", relatou o Departamento,

> *foram vistos muitos peixes sugadores à beira da morte no riacho Big Goddard. Esses peixes exibiam os sintomas típicos de envenenamento por DDT: nadavam erraticamente, arfavam na superfície das águas e exibiam tremores e espasmos. Nos primeiros cinco dias após a pulverização, foram coletados 668 sugadores mortos em duas redes de bloqueios. Barrigudinhos e sugadores também foram mortos em grandes quantidades nos riachos Little Goddard, Carry, Alder e Blake. Muitas vezes os peixes eram vistos boiando passivamente rio abaixo, fracos e moribundos. Em vários casos, trutas cegas e moribundas foram encontradas flutuando passivamente correnteza abaixo mais de uma semana depois da pulverização.*

(O fato de que o DDT pode causar cegueira em peixes foi confirmado por vários estudos. Um biólogo canadense que observou a pulverização no norte da ilha de Vancouver em 1957 relatou que

trutas pequenas podiam ser retiradas dos rios com a mão, pois estavam se movendo lentamente e nem tentavam escapar. Ao serem examinadas, verificou-se que uma película branca opaca lhes cobria os olhos, indicando que a visão havia sido danificada ou destruída. Estudos em laboratório feitos pelo Departamento de Pesca canadense revelaram que quase todos os peixes [salmões prateados] que não foram mortos pela exposição a baixas concentrações de DDT [3 partes por milhão] exibiam sintomas de cegueira, com acentuada opacidade das lentes.)

Onde quer que haja grandes florestas, os métodos modernos de controle de insetos ameaçam os peixes que vivem nos rios ao abrigo das árvores. Um dos exemplos mais conhecidos da destruição de peixes nos Estados Unidos ocorreu em 1955, em consequência da pulverização no Parque Nacional de Yellowstone e redondezas. Por volta do outono daquele ano, haviam sido encontrados tantos peixes mortos no rio Yellowstone que os praticantes e os administradores da caça e da pesca em Montana ficaram assustados. Cerca de 115 quilômetros do rio foram afetados. Em uma extensão de 275 metros das margens, foram contados seiscentos peixes mortos, inclusive trutas-salmonadas, savelhas e sugadores. Os insetos do rio, o alimento natural da truta, haviam desaparecido.

Os funcionários do Serviço Florestal declararam que haviam agido de acordo com o conselho de que meio quilo de DDT por acre era "seguro". Mas os resultados da pulverização devem ter sido suficientes para convencer qualquer um de que o conselho havia sido tudo, menos sensato. Foi iniciado um estudo, em 1956, sob a iniciativa conjunta do Departamento de Pesca e Caça de Montana e dois órgãos federais, o Serviço de Peixes e Vida Selvagem e o Serviço Florestal dos Estados Unidos. As pulverizações em Montana naquele ano atingiram cerca de 3.650 quilômetros quadrados; outros 3.250

quilômetros quadrados também foram tratados em 1957. Os biólogos, portanto, não tinham dificuldades em encontrar áreas para estudo.

Em todos esses casos, o padrão da morte assumiu uma forma característica: o cheiro do DDT sobre as florestas, uma película de óleo sobre a superfície das águas, trutas mortas ao longo das margens dos rios. Todos os peixes analisados, quer tenham sido recolhidos vivos, quer mortos, haviam armazenado DDT em seus tecidos. Como no leste do Canadá, um dos mais graves efeitos das pulverizações foi a severa redução dos organismos que servem de alimento aos peixes. Em várias áreas que foram estudadas, os insetos aquáticos e outros habitantes da fauna do fundo dos rios foram reduzidos a um décimo de sua população normal. Uma vez destruídas, as populações desses insetos, tão essenciais para a sobrevivência da truta, levam um longo tempo para serem reconstruídas. Mesmo no fim do segundo verão após a pulverização, apenas escassas quantidades de insetos aquáticos haviam-se recomposto, e em um dos rios — outrora rico em fauna de fundo de leito — praticamente não se conseguia encontrar nenhum desses insetos. Nesse rio, em particular, os peixes mais apreciados pelos pescadores haviam-se reduzido em 80%. Os peixes não morrem necessariamente de imediato. Na verdade, a mortandade retardada pode ser maior do que a imediata e, como descobriram os biólogos de Montana, pode não ser relatada, porque ocorre após a estação de pesca. Nos rios em estudo, muitas mortes ocorreram entre os peixes que desovam no outono, inclusive a truta-salmonada, a truta-das-fontes e a savelha. Isso não é surpresa, porque, em tempos de estresse fisiológico, o organismo — quer do peixe, quer do ser humano — extrai a energia da gordura armazenada no próprio corpo. Isso o expõe ao pleno efeito letal do DDT armazenado nos tecidos.

Era, portanto, mais do que evidente que as pulverizações feitas com aquela proporção de meio quilo de DDT por acre representavam uma séria ameaça aos peixes em rios de floresta. Além disso, o controle dos tortricídeos não havia tido sucesso, e muitas regiões haviam programado novas pulverizações. O Departamento de Pesca e Caça de Montana manifestou forte oposição a outras pulverizações, anunciando que "não estava disposto a comprometer os recursos para o esporte da pesca em nome de programas de necessidade questionável e sucesso duvidoso". O Departamento declarou, contudo, que continuaria cooperando com o Serviço Florestal "na determinação de meios para minimizar os efeitos adversos".

Mas será que tal cooperação pode realmente ser bem-sucedida na salvação dos peixes? Uma experiência na Colúmbia Britânica diz muito a esse respeito. Lá, um surto de um tortricídeo de cabeça negra (*Acleris gloverana*) estava se alastrando por vários anos. Os funcionários florestais, temendo que outra estação de desfolhamento pudesse resultar em grave perda de árvores, decidiram executar operações de controle em 1957. Foram feitas muitas consultas ao Departamento de Caça, cujos funcionários estavam preocupados com os rios de salmão. A Divisão de Biologia Florestal concordou em modificar o programa de pulverização de todas as formas possíveis que não acabassem com sua eficácia, a fim de reduzir os riscos para os peixes.

Apesar dessas precauções, e apesar do fato de que um sincero esforço foi, aparentemente, feito, *em pelo menos quatro dos principais rios quase 100% dos salmões foram mortos*.

Em um dos rios, os filhotes de uma área de desova de 40 mil salmões prateados adultos foram quase completamente exterminados. Isso também aconteceu com os filhotes nos primeiros estágios de desenvolvimento de vários milhares de trutas-arco-íris e

outras espécies de trutas. O salmão prateado, ou salmão Coho, tem um ciclo de vida de três anos, e as áreas de desova são compostas quase inteiramente de peixes de um único grupo etário. Como outras espécies de salmão, o salmão prateado, ou Coho, tem um forte instinto que o leva a retornar a seu rio de origem. Não haverá repovoamento por peixes vindos de outros rios. Isso significa, então, que a cada três anos o afluxo de salmões a esse rio será quase inexistente, até que chegue um tempo em que uma administração cuidadosa tenha sido capaz de reconstruir, pela propagação artificial ou por outros meios, essa área de desova tão importante em termos comerciais.

Há formas de se resolver esse problema — de preservar as florestas e também salvar os peixes. Presumir que precisemos nos resignar com a transformação de nossos cursos de água em rios da morte é seguir o conselho do desespero e do derrotismo. Precisamos adotar de modo mais amplo os métodos alternativos que são agora conhecidos, e precisamos empregar nossa engenhosidade e recursos para desenvolver outros. Há casos registrados em que o parasitismo natural manteve o tortricídeo sob controle de um modo mais eficaz do que com as pulverizações. Esse controle natural precisa ser empregado na escala mais ampla possível. Há a possibilidade de se usar produtos menos tóxicos nas pulverizações ou, o que é ainda melhor, de introduzir micro-organismos que provoquem doenças entre os tortricídeos sem afetar toda a rede da vida florestal. Veremos mais adiante neste livro quais são alguns desses métodos alternativos e o que eles prometem. Enquanto isso, é importante compreender que a pulverização de agentes químicos contra os insetos florestais não é nem o único nem o melhor método.

A ameaça dos pesticidas aos peixes pode ser dividida em três partes. Uma, como já vimos, se relaciona aos peixes de rios de águas

correntes nas florestas do Norte dos Estados Unidos e ao problema específico da pulverização da floresta. É um problema confinado quase inteiramente aos efeitos do DDT. A outra ameaça é vasta, dispersa e difusa, pois está relacionada a vários tipos diferentes de peixes — percas, peixes-lua, pomóxis, sugadores e outros que vivem em diversos tipos de águas, paradas ou correntes, em várias partes do país. Aplica-se também a quase todo o espectro de inseticidas agora em uso na agricultura, embora alguns dos principais agressores, como a endrina, o toxafeno, a dieldrina e o heptacloro possam ser facilmente apontados. Um outro problema deve ser considerado agora, de modo amplo, em termos do que supomos logicamente que irá acontecer no futuro, porque os estudos que revelarão os fatos estão apenas começando a ser feitos. Esse problema se relaciona aos peixes de água salgada, pântanos, baías e estuários.

Era inevitável que uma grave destruição de peixes se seguisse ao uso indiscriminado de novos pesticidas orgânicos. Os peixes são quase fantasticamente sensíveis aos hidrocarbonetos clorados que constituem o grosso dos inseticidas modernos. E quando milhões de toneladas de substâncias químicas venenosas são aplicadas à superfície da Terra, é inevitável que uma parcela dessas substâncias chegue ao incessante ciclo das águas que se deslocam entre a terra e o mar.

Os relatórios de matanças de peixes, alguns de proporções desastrosas, tornaram-se agora tão comuns que o Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos montou um escritório para coletar tais relatórios dos diversos estados como um indicador da poluição da água.

Esse é um problema que diz respeito a muitas pessoas. Cerca de 25 milhões de norte-americanos encaram a pesca como uma das

principais fontes de recreação, e outros 15 milhões são, no mínimo, pescadores ocasionais. Essas pessoas gastam três bilhões de dólares anualmente em licenças, equipamento de pesca, botes, equipamento de *camping*, gasolina e alojamento. Qualquer coisa que os prive de seu esporte também terá repercussões que afetarão muitos interesses econômicos. A pesca comercial é um desses interesses e, o que é ainda mais importante, uma fonte essencial de alimentos. A pesca fluvial e marítima (excluindo-se a pesca em alto-mar) produz quase um 1,5 bilhão de quilos por ano. Entretanto, como veremos, a invasão dos rios, lagos e baías por pesticidas é agora uma ameaça à pesca tanto recreativa quanto comercial.

Exemplos da destruição de peixes por pulverizações de substâncias químicas líquidas ou em pó sobre cultivos agrícolas encontram-se em todos os lugares. Na Califórnia, por exemplo, a perda de cerca de 60 mil peixes, sobretudo o peixe-lua e suas variedades, seguiu-se a uma tentativa de controlar os minadores das folhas do arroz com dieldrina. Na Louisiana, trinta ou mais casos de grande mortandade de peixes ocorreram em apenas um ano (1960) em decorrência do uso de endrina nos canaviais. Na Pensilvânia foram mortas grandes quantidades de peixes por endrina, usada para combater os camundongos em pomares. O uso de clordano para o controle do gafanhoto nas planícies altas do Oeste dos Estados Unidos foi seguido pela morte de muitos peixes de rio.

Provavelmente nenhum outro programa agrícola tem sido executado em escala tão ampla quanto a aplicação de inseticidas líquidos e em pó em milhões de quilômetros quadrados de terras no Sul dos Estados Unidos para controlar a formiga-lava-pés. O heptacloro, o principal produto químico usado, é apenas levemente menos tóxico para os peixes do que o DDT. A dieldrina, outro veneno usado contra a formiga-lava-pés, tem um histórico bem

documentado de perigo extremo para toda a vida aquática. Em comparação, somente a endrina e o toxafeno apresentam um perigo maior para os peixes.

Todas as áreas dentro da região de controle da formiga-lava-pés, quer tenha esta sido tratada com heptacloro, quer com dieldrina, relataram efeitos desastrosos sobre a vida aquática. Alguns poucos excertos podem dar uma ideia dos relatórios dos biólogos que analisaram os danos. Do Texas: “Pesadas perdas na vida aquática, apesar dos esforços para proteger os canais”; “Peixes mortos [...] foram encontrados em todas as águas da região tratada”; “A matança de peixes foi grande e continuou por mais de três semanas”. Do Alabama: “A maioria dos peixes adultos foi morta [no condado de Wilcox] dentro de poucos dias depois do tratamento”; “Os peixes em águas temporárias e pequenos rios afluentes parecem ter sido completamente extintos”.

Na Louisiana, os fazendeiros se queixaram de perdas nos lagos das fazendas. Em um canal, mais de quinhentos peixes mortos foram vistos boiando ou jazendo às margens em uma extensão de menos de 400 metros. Em outra comunidade, 150 peixes-lua foram encontrados mortos para cada quatro que permaneceram vivos. Cinco outras espécies pareciam ter sido completamente exterminadas.

Na Flórida, descobriu-se que os peixes dos lagos na área tratada continham resíduos de heptacloro e um derivado químico, o epóxido de heptacloro. Entre esses peixes, havia peixes-lua e percas, que são, é claro, os favoritos dos pescadores amadores e costumam ir parar na mesa de jantar. Apesar disso, as substâncias químicas que eles continham estão entre as que a Administração de Alimentos e Medicamentos (FDA) considera perigosas também para o consumo humano, mesmo em quantidades reduzidas.

Tão grande foi o número relatado de peixes, sapos e outros seres aquáticos que a Sociedade Norte-Americana de Ictiologistas e Herpetologistas, uma respeitada organização científica dedicada ao estudo dos peixes, répteis e anfíbios, aprovou uma resolução em 1958 apelando para o Departamento de Agricultura e órgãos estaduais associados para que cessassem "a distribuição aérea de heptacloro, dieldrina e venenos equivalentes — antes que danos irreparáveis fossem causados". A Sociedade chamou a atenção para a grande variedade de espécies de peixe e outras formas de vida que habitavam o Sudeste dos Estados Unidos, inclusive espécies que não existem em nenhuma outra parte do mundo. "Muitos desses animais", alertou a Sociedade, "ocupam apenas pequenas áreas e, portanto, podem facilmente ser exterminados por completo."

Os peixes dos estados do Sul também sofreram muito com os inseticidas aplicados contra os insetos que atacam o algodão. O verão de 1950 foi uma temporada de desastres na região de cultivo do algodão, no norte do Alabama. Antes daquele ano, os inseticidas orgânicos tinham sido usados apenas de forma limitada no controle do gorgulho do algodão. Em 1950, contudo, houve aumento dos gorgulhos em virtude de uma série de invernos amenos; em decorrência desse aumento, uma proporção estimada entre 80 e 95% dos fazendeiros, sob a insistência dos funcionários do condado, recorreu ao uso de inseticidas. O produto químico mais popular entre os fazendeiros era o toxafeno, um dos mais destruidores dos peixes.

As chuvas foram frequentes e pesadas naquele verão. Elas carregaram os produtos químicos para dentro dos rios. Por causa disso, os fazendeiros aplicaram ainda mais inseticidas. Um acre médio de algodão (4.064,86 metros quadrados) naquele ano recebeu quase 30 quilos de toxafeno. Alguns fazendeiros chegaram a usar até

90 quilos por acre. Um deles, em um incrível excesso de entusiasmo, aplicou mais de um quarto de tonelada por acre.

Os resultados poderiam ter sido previstos facilmente. O que aconteceu no rio Flint, que atravessa cerca de 80 quilômetros de regiões de cultivo de algodão no Alabama antes de desembocar no reservatório Wheeler, foi algo típico da região. No dia 1º de agosto, chuvas torrenciais caíram na vertente do Flint. Em filetes, depois em córregos e, finalmente, em torrentes, a água jorrou da terra para os rios. O nível das águas subiu cerca de 15 centímetros no Flint. Na manhã seguinte, era óbvio que não havia sido apenas a chuva que havia sido carregada para dentro do rio. Os peixes nadavam em círculos erráticos junto da superfície. Às vezes um dos peixes se lançava para fora da água, caindo nas margens. Podiam ser apanhados com facilidade; um fazendeiro recolheu vários deles e os levou para uma lagoa alimentada pelas águas de uma fonte. Lá, na água pura, aqueles poucos peixes se recuperaram. No rio, contudo, os peixes mortos boiaram corrente abaixo durante todo o dia. Isso foi apenas o prelúdio, pois cada nova chuva carregava mais inseticida para dentro do rio, matando mais peixes. A chuva de 10 de agosto resultou em uma matança de peixes tão grande ao longo de todo o rio que sobraram poucos peixes para serem vitimados pelo novo influxo de veneno, que ocorreu no dia 15 de agosto. Apesar disso, foi possível se obter provas da presença letal dos produtos químicos colocando-se peixes dourados em gaiolas dentro do rio, para fins de teste. No dia seguinte, os peixes dourados estavam mortos.

Entre os peixes dizimados no rio Flint, havia grandes quantidades de pomóxis (*crappie* branco), um dos favoritos dos pescadores amadores. Também foram encontrados percas e peixes-lua mortos, pois esses peixes são abundantes no reservatório Wheeler, onde o rio Flint deságua. Todas as populações de peixes que vivem naquelas

águas e que não são próprios para a pesca também foram destruídas — a carpa, o peixe-búfalo, a miragaia, o sável e o bagre. Nenhum exibia sinais de doença — apenas os movimentos erráticos, típicos de peixes moribundos, e uma estranha cor de vinho tinto nas guelras.

Nas águas quentes e fechadas dos lagos de fazenda, as condições são, muito provavelmente, letais para os peixes quando são aplicados inseticidas nas vizinhanças. Como mostram muitos exemplos, o veneno é trazido pelas chuvas e pelos escoamentos das terras circundantes. Às vezes os lagos recebem não apenas escoamentos contaminados como também uma dose direta, quando os pilotos que fazem a pulverização aérea sobre plantações deixam de fechar os bocais de pulverização ao passarem sobre um lago. Mesmo que não ocorram tais complicações, o uso normal de inseticidas na agricultura submete os peixes a concentrações muito maiores de produtos químicos do que a que seria necessária para matá-los. Em outras palavras: uma acentuada redução nas quantidades usadas dificilmente alteraria a situação letal, pois aplicações de mais do que 11 gramas por quilômetro quadrado no próprio lago são geralmente consideradas perigosas. E o veneno, uma vez introduzido, é difícil de ser eliminado. Um lago que havia sido tratado com DDT para a remoção de indesejados peixinhos prateados do gênero *Notropis* continuou tão venenoso após diversas drenagens e substituições das águas que matou 94% dos peixes-lua com que foi posteriormente povoado. Aparentemente o produto químico permaneceu na lama do fundo do lago.

As condições não são, evidentemente, melhores agora do que quando os inseticidas modernos começaram a ser usados. O Departamento de Conservação da Vida Selvagem de Oklahoma afirmou, em 1961, que relatórios de mortes de peixes em lagos de fazenda e pequenos lagos estavam chegando a uma média de pelo

menos um por semana, e que esses relatórios estavam aumentando. As condições geralmente responsáveis por essas mortes em Oklahoma eram aquelas já conhecidas devido às repetições ao longo dos anos: a aplicação de inseticidas em cultivos, uma chuva forte e o veneno sendo carregado para os lagos.

Em algumas partes do mundo, o cultivo de peixes em lagos fornece uma fonte de alimentos indispensável. Em tais lugares, o uso de inseticidas sem o devido cuidado quanto aos efeitos sobre os peixes cria problemas de imediato. Na Rodésia [atual Zimbábue], por exemplo, os filhotes de um peixe importante para a alimentação, a brema, são mortos pela exposição a apenas 0,04 parte por milhão de DDT em lagos rasos. Até doses menores de muitos outros inseticidas seriam letais. As águas rasas em que esses peixes vivem são locais favoráveis à proliferação dos mosquitos. O problema do controle dos mosquitos e, ao mesmo tempo, o da conservação de um peixe importante na dieta da África Central obviamente não foi resolvido satisfatoriamente.

A criação do peixe-leite (*Chanos chanos*) nas Filipinas, na China, no Vietnã, na Tailândia, na Indonésia e na Índia enfrenta problema semelhante. O peixe-leite é cultivado em lagos rasos no litoral desses países. Os cardumes de filhotes aparecem de repente nas águas litorâneas (vindos ninguém sabe de onde) e são recolhidos com conchas e depositados em pequenas represas, onde completam seu crescimento. Tão importante é esse peixe como fonte de proteína animal para os milhões de indivíduos no Sudeste da Ásia e na Índia, os quais se alimentam quase exclusivamente de arroz, que o Congresso de Ciências do Pacífico tem recomendado um esforço internacional para se encontrar os até agora desconhecidos locais de desova, a fim de desenvolver a criação desses peixes em ampla escala. Apesar disso, têm sido autorizadas pulverizações que

provocaram acentuadas perdas nas represas existentes. As pulverizações aéreas nas Filipinas para o controle do mosquito têm custado bastante caro aos donos de lagos. Em um desses lagos contendo 120 mil peixes-leite, mais da metade dos peixes morreu após a passagem de um avião de pulverização, apesar dos desesperados esforços dos proprietários de diluir o veneno lançando água no lago.

Uma das mais espetaculares matanças de peixes dos últimos anos aconteceu no rio Colorado, abaixo de Austin, no Texas, em 1961. Logo após o amanhecer do dia 15 de janeiro, um domingo, apareceram peixes mortos no novo lago Town, em Austin, e no rio, a uma distância de cerca de 8 quilômetros abaixo do lago. Nenhum peixe morto fora visto no dia anterior. Na segunda-feira, surgiram relatos de peixes mortos 80 quilômetros rio abaixo. A essa altura ficou claro que uma onda de alguma substância venenosa estava se movendo pelas águas. Por volta do dia 21 de janeiro, os peixes estavam morrendo 160 quilômetros rio abaixo, perto de La Grange. Uma semana depois, o produto químico estava causando seus efeitos letais mais de 320 quilômetros abaixo de Austin. Durante a última semana de janeiro, as comportas do canal Intercostal foram fechadas para não permitir que as águas tóxicas entrassem na baía de Matagorda e desviá-las para o golfo do México.

Entrementes, os investigadores em Austin notaram um cheiro característico dos inseticidas clordano e toxafeno. O odor era especialmente forte no local de descarga de um dos canais de esgoto. Esse canal estivera, no passado, associado a problemas com o lixo industrial, e quando os funcionários da Comissão de Caça e Pesca do Texas acompanharam seu curso desde o lago, notaram um cheiro como o de hexacloreto de benzeno em todas as suas aberturas, até chegar a uma linha de alimentação que vinha de uma fábrica de

produtos químicos. Entre os principais produtos dessa fábrica estavam o DDT, o hexacloreto de benzeno, o clordano e o toxafeno, bem como quantidades menores de outros inseticidas. O gerente da fábrica admitiu que certas quantidades de inseticida em pó haviam sido carregadas pelas águas das chuvas para aquele canal recentemente e, o que era ainda mais importante, reconheceu que essa forma de eliminação dos detritos e dos resíduos dos inseticidas era uma prática comum nos últimos dez anos.

Prosseguindo as investigações, os funcionários do Departamento encontraram outras fábricas em que as chuvas ou mesmo as águas comuns de limpeza carregavam inseticidas para dentro dos canais de esgoto. O fato que levou ao elo final da cadeia, contudo, foi a descoberta de que, alguns dias antes de a água do lago e do rio haverem se tornado letais aos peixes, todo o sistema de drenagem pluvial havia recebido a descarga de vários milhões de galões de água sob alta pressão, para a limpeza dos detritos. Essa descarga havia, sem dúvida alguma, liberado os inseticidas depositados na acumulação de cascalho, areia e entulho, carregando-os para o lago e, a seguir, para o rio, onde os testes químicos mais tarde verificaram a sua presença.

À medida que a massa letal descia o rio Colorado, levava consigo a morte. Ao longo de aproximadamente 225 quilômetros rio abaixo a partir do lago, a matança de peixes deve ter sido quase total, pois quando, mais tarde, foram usadas redes de arrastão, em um esforço para descobrir se algum peixe havia escapado, elas voltaram vazias das águas. Foram observados peixes mortos de 27 espécies, totalizando cerca de 450 quilos por quilômetro de beira de rio. Havia peixes-gato (ou bagres norte-americanos), a principal pesca do rio. Havia bagres azuis e de cabeça chata, peixes-gatos negros, quatro espécies de peixe-lua, peixinhos prateados do gênero *Notropis*,

robalinhos, ciprinídeos, achigãs, carpas, tainhas e sugadores. Havia enguias, peixes-agulha, carpas, catóstomos, sáveis e peixes-búfalo. Entre eles, alguns dos patriarcas do rio, peixes que, por seu tamanho, deviam ter idade já avançada: muitos bagres de cabeça chata, pesando acima de 10 quilos, alguns com quase 30 quilos, segundo os relatos, foram recolhidos por moradores da região junto ao rio, e um bagre azul gigante, oficialmente registrado como pesando 38 quilos.

A Comissão de Caça e Pesca previu que, mesmo que não houvesse mais poluição, a situação da população de peixes do rio permaneceria alterada durante anos. Algumas espécies — as que viviam dentro dos limites de seu hábitat natural — talvez jamais se recuperem, e outras só poderão se recuperar com a ajuda de amplas operações de reposição feitas por órgãos do estado.

Isso é tudo o que se sabe sobre o desastre dos peixes em Austin, mas é quase certo que tenha havido sequelas. As águas intoxicadas do rio ainda tinham um poder letal depois de ultrapassarem a faixa de 320 quilômetros rio abaixo. Essas águas foram consideradas perigosas demais para deixá-las entrar na baía de Matagorda, com as suas criações de ostra e a pesca de camarão. Assim, todo o fluxo de águas tóxicas foi desviado para o golfo do México. Quais foram os seus efeitos lá? E o desembocar de inúmeros outros rios, carregando uma contaminação talvez igualmente letal?

Atualmente, nossas respostas a essas questões são, em sua maior parte, apenas conjecturas, mas há uma preocupação crescente com o papel da poluição causada por pesticidas em estuários, pântanos salgados, baías e outras águas costeiras. Essas áreas não apenas recebem descargas contaminadas de rios como são, também, pulverizadas frequente e diretamente, na tentativa de se controlar mosquitos ou outros insetos.

Em nenhum outro lugar o efeito dos pesticidas sobre os animais que vivem nos pântanos salgados, estuários e todos os pequenos braços de mar foi demonstrado de forma mais nítida do que na costa leste da Flórida, na região do rio Indian. Lá, na primavera de 1955, cerca de 8 quilômetros quadrados do pântano salgado no condado de St. Lucie foram tratados com dieldrina em uma tentativa de eliminar as larvas do mosquito-pólvora. A concentração usada foi de 113,5 quilos por quilômetro quadrado. O efeito sobre os seres vivos aquáticos foi catastrófico. Cientistas do Centro de Pesquisas Entomológicas do Conselho Estadual de Saúde observaram o morticínio após a pulverização e relataram que a matança dos peixes fora "substancialmente completa". Por toda parte, peixes mortos cobriam as margens. Do ar, podiam-se ver tubarões se aproximando, atraídos pelos peixes indefesos ou mortos nas águas. Nenhuma espécie foi poupada. Entre os peixes mortos, havia tainhas, robalos, mojarras e peixes-mosquito.

> *A mortandade imediata mínima em todos os pântanos, excluindo-se as margens do rio Indian, ficou entre vinte e trinta toneladas de peixes, ou cerca de 1.175.000 peixes, de pelo menos trinta espécies [como relatado por R. W. Harrington, Jr. e W. L. Bidlingmayer, da equipe de inspeção].*
> *Os moluscos pareciam não ter sido afetados pela dieldrina. Os crustáceos foram praticamente exterminados em toda a área. Toda a população aquática de caranguejos foi aparentemente destruída, e os caranguejos-uçá, praticamente aniquilados, sobreviveram por algum tempo apenas em faixas do pântano que não foram atingidas pela pulverização.*
> *Os peixes maiores, aqueles preferidos para a pesca e o consumo, sucumbiram mais rapidamente [...] Os caranguejos atacaram e destruíram os peixes moribundos, mas, no dia seguinte, os próprios caranguejos estavam mortos. Os caracóis continuaram a devorar as carcaças dos peixes. Depois de duas semanas, não restavam vestígios dos peixes mortos.*

O mesmo quadro melancólico foi pintado pelo falecido dr. Herbert R. Mills em suas observações na baía de Tampa, do outro lado da costa da Flórida, onde a Sociedade Nacional Audubon dirige um santuário para aves marinhas na região, que inclui a ilha de Whiskey

Stump Key. Ironicamente, o santuário se tornou um pobre refúgio, depois que as autoridades sanitárias locais empreenderam uma campanha para erradicar os mosquitos dos pântanos salgados. Mais uma vez, peixes e caranguejos foram as principais vítimas. O caranguejo-uçá, um pequeno e pitoresco crustáceo cujas hordas se movem sobre superfícies planas de lama ou de areia como se fossem gado pastando, não tem defesas contra as pulverizações. Depois de sucessivas pulverizações durante os meses de verão e outono (algumas áreas foram pulverizadas até dezesseis vezes), o estado dos caranguejos-uçá foi resumido pelo dr. Mills:

> *A progressiva escassez de caranguejos-uçá se tornara, a essa altura, evidente. Nos lugares em que deveria haver cerca de 100 mil uçás, sob as condições da maré e do clima daquele dia [12 de outubro], não havia mais de cem que pudessem ser vistos ao longo de toda a praia e, mesmo assim, estes estavam todos mortos ou doentes, tremendo, contorcendo-se, cambaleando, mal conseguindo rastejar. Nas vizinhanças que não haviam sido pulverizadas, contudo, os uçás ainda eram abundantes.*

O papel que o caranguejo-uçá desempenha na ecologia do mundo em que habita é necessário e não facilmente substituível. Ele é uma importante fonte de alimento para muitos animais. Os guaxinins da costa se alimentam deles, assim como os pássaros que vivem em pântanos, como o frango-d'água, as aves limícolas e até mesmo algumas aves marinhas visitantes. No pântano salgado de Nova Jersey pulverizado com DDT, a população normal de gaivotas-alegres diminuiu em 85% durante várias semanas, presumivelmente porque os pássaros não conseguiam encontrar alimento suficiente após a pulverização. Os uçás do pântano são importantes também em outros aspectos, pois são úteis como devoradores de animais

mortos e por arejar a lama dos pântanos com seus túneis extensos. Eles também fornecem grandes quantidades de iscas para os pescadores.

O caranguejo-uçá não é o único animal dos pântanos de maré e estuário a ser ameaçado por pesticidas: outros animais de importância mais óbvia para os seres humanos correm perigo. O famoso caranguejo azul da baía de Chesapeake e outras regiões da costa do Atlântico é um exemplo. Esses caranguejos são tão altamente vulneráveis a inseticidas que toda pulverização de riachos, fossos e lagos em pântanos de maré mata quase todos os que ali vivem. Não são apenas os caranguejos do local que morrem, mas outros que se mudam do mar para uma área pulverizada também sucumbem ao veneno remanescente. Muitas vezes o envenenamento é indireto, como nos pântanos junto ao rio Indian, onde os caranguejos devoradores de carcaças atacaram os peixes moribundos, mas logo eles também pereceram devido ao veneno. Sabe-se menos a respeito dos riscos corridos pelas lagostas. Entretanto, como a lagosta pertence ao mesmo grupo de artrópodes que o caranguejo azul, tendo essencialmente a mesma fisiologia, é de presumir que sofra os mesmos efeitos. Isto também se aplica ao caranguejo gigante da Flórida e a outros crustáceos que apresentam importância econômica direta como alimento para os seres humanos.

As águas próximas da costa — as baías, os braços de mar, os estuários dos rios, os pântanos de maré — formam uma unidade ecológica da maior importância. Eles estão ligados tão íntima e inevitavelmente à vida de muitos peixes, moluscos e crustáceos que, caso se tornem inabitáveis, esses frutos do mar desapareceriam de nossa mesa.

Mesmo entre peixes que vivem em estado selvagem nas águas costeiras, muitos dependem das áreas protegidas junto à costa que servem como local de desova e alimentação para os filhotes. Os filhotes de camurupim são abundantes em todo aquele labirinto de rios flanqueados por mangues e canais que margeiam o terço inferior da costa oeste da Flórida. Na costa do Atlântico, a truta-do-mar, a corcoroca, a pescada e a miragaia desovam nos bancos de areia junto aos braços de mar entre as ilhas ou "bancos" que se estendem como uma cadeia protetora na costa sul de Nova York. Os filhotes nascem e são carregados ao longo dos braços de mar pelas marés. Nas baías e enseadas — Currituck, Pamlico, Bogue e muitas outras — eles encontram alimento abundante e crescem rapidamente. Sem essas áreas de desova, de águas quentes, ricas em alimento e protegidas, as populações dessas e de muitas outras espécies não poderiam ser sustentadas. Apesar disso, estamos deixando que pesticidas entrem nessas águas, por meio dos rios e da pulverização direta nos pântanos marginais. E os primeiros estágios da vida desses peixes são, mais do que as fases adultas, especialmente suscetíveis ao envenenamento químico direto.

O camarão também depende de áreas de alimentação próximas à costa para a criação de filhotes. Uma espécie abundante e de ampla abrangência sustenta toda a pescaria comercial dos estados norte-americanos ao sul do Atlântico e no golfo do México. Embora a desova ocorra no mar, os filhotes vão para os estuários e as baías quando atingem algumas semanas de idade, a fim de passar por sucessivas mudas e metamorfoses. Lá eles permanecem desde maio ou junho até o outono, alimentando-se de detritos depositados no fundo. Durante todo o período de sua vida nessas águas próximas à costa, o bem-estar das populações de camarão e a vida da indústria que eles sustentam dependem de condições favoráveis nos estuários.

Os pesticidas representam uma ameaça à pesca do camarão e ao abastecimento dos mercados? A resposta a essa pergunta pode estar contida em recentes experiências de laboratório efetuadas pelo Departamento de Pesca Comercial. Descobriu-se que a tolerância a inseticidas dos filhotes de camarão comercial recém-saídos do estado larval é excepcionalmente baixa — medida em escala de partes por *bilhão*, em vez dos padrões mais comumente usados de partes por milhão. Por exemplo, em uma experiência metade dos camarões foi morta pela dieldrina em uma concentração de apenas 15 por bilhão. Outros produtos químicos se revelaram ainda mais tóxicos. A endrina, sempre um dos pesticidas mais mortíferos, matou metade dos camarões em uma concentração de apenas *meia parte por bilhão*.

A ameaça às ostras e aos mexilhões é múltipla. Novamente, os estágios mais iniciais são os mais vulneráveis. Esses moluscos habitam o fundo de baías, enseadas e rios de marés da Nova Inglaterra ao Texas, assim como áreas protegidas da costa do Pacífico. Embora sedentários na vida adulta, eles desovam no mar, onde os filhotes vivem livres por um período de várias semanas. Em um dia de verão, uma rede de arrasto de malha fina estendida atrás de um bote recolherá, com outras plantas e animais levados pelas correntes e que constituem o plâncton, as larvas de ostras e mexilhões, infinitamente pequenas e frágeis como o vidro. Não maiores do que grãos de poeira, essas larvas transparentes nadam nas águas de superfície, alimentando-se das plantas microscópicas do plâncton. Se essa minúscula vegetação marinha desaparecer, os filhotes de moluscos morrerão de fome. Não obstante, os pesticidas podem destruir quantidades significativas de plâncton. Alguns herbicidas de uso comum em gramados, campos cultivados e margens de estrada, ou mesmo nos pântanos costeiros, são

extraordinariamente tóxicos — alguns em concentrações de apenas poucas partes por bilhão — para o plâncton vegetal de que se alimentam as larvas de moluscos.

As próprias larvas delicadas podem ser mortas por quantidades bastante pequenas de muitos dos inseticidas comuns. Mesmo exposições a quantidades bem inferiores às letais podem, no fim, levar à morte das larvas, pois sua taxa de crescimento é, inevitavelmente, retardada. Isso prolonga o período que as larvas devem passar no perigoso mundo do plâncton e, assim, reduz a possibilidade de que elas cheguem à vida adulta.

Para os moluscos adultos, parece haver menos perigo de envenenamento direto, pelo menos por alguns pesticidas. Isso não é necessariamente reconfortante, contudo. As ostras e os mexilhões podem concentrar esses venenos em seus órgãos digestivos e outros tecidos. Os dois tipos de moluscos costumam ser comidos inteiros, e às vezes crus. O dr. Philip Butler, do Departamento de Pesca Comercial, fez um paralelo sinistro, pelo qual podemos nos ver na mesma situação que os pintarroxos. Os pintarroxos, ele nos lembra, não morreram como resultado direto da pulverização de DDT. Eles morreram porque haviam comido minhocas que concentravam os pesticidas em seus tecidos.

Embora a morte súbita de milhares de peixes ou crustáceos em algum rio ou lago em resultado direto e visível do controle de insetos seja dramática e alarmante, esses efeitos invisíveis e amplamente desconhecidos e imensuráveis dos pesticidas que chegam aos estuários indiretamente por meio de cursos de água e rios podem ser, no fim das contas, mais desastrosos. A situação toda está envolta em perguntas para as quais não existem, atualmente, respostas satisfatórias. Sabemos que pesticidas contidos em escoamentos de fazendas e florestas estão agora sendo carregados para o mar nas

águas de muitos e talvez de todos os principais rios. Mas não sabemos a identidade de todos os produtos químicos nem sua quantidade total, e não temos ainda nenhum teste confiável para identificá-los em estado altamente diluído uma vez que tenham chegado ao mar. Embora saibamos que é quase certo que as substâncias químicas tenham sofrido mudanças durante o longo período de trânsito, não sabemos se as substâncias químicas alteradas são mais ou menos tóxicas do que as originais. Outra área quase inexplorada é a das interações entre produtos químicos, uma questão que se torna especialmente urgente quando eles penetram no meio ambiente marinho, onde tantos minerais diferentes estão sujeitos à mistura e ao transporte. Todas essas perguntas requerem urgentemente respostas precisas que apenas pesquisas detalhadas podem fornecer; entretanto, os fundos para tais finalidades são lamentavelmente escassos.

A pesca de água doce e salgada representa um recurso de grande importância, envolvendo os interesses e o bem-estar de um número muito grande de pessoas. Que ela esteja agora seriamente ameaçada pelos produtos químicos que entram em nossas águas é algo de que não se pode mais duvidar. Se desviássemos para a pesquisa construtiva uma fração, ainda que pequena, do dinheiro que é gasto todos os anos no desenvolvimento de inseticidas cada vez mais tóxicos, encontraríamos formas de usar materiais menos perigosos e manter os venenos longe de nossos cursos de água. Quando será que a população irá se tornar suficientemente consciente dos fatos para exigir semelhante ação?

# Lançados Indiscriminadamente dos Céus

DE UM INÍCIO MODESTO, sobre fazendas e florestas, o escopo das pulverizações aéreas se ampliou e seu volume aumentou a tal ponto que se tornou o que um ecologista britânico chamou recentemente de "uma assombrosa chuva de morte" sobre a superfície da Terra. Nossa atitude em relação aos venenos tem sofrido uma sutil mudança. Antigamente eles eram mantidos em recipientes marcados com uma caveira e dois ossos cruzados; as raras ocasiões em que eram usados eram programadas com o maior cuidado para que entrassem em contato com o alvo e nada mais. Com o desenvolvimento dos novos inseticidas orgânicos e a abundância de aviões após a Segunda Guerra Mundial, tudo isso foi esquecido. Embora os venenos atuais sejam mais perigosos do que qualquer um dos conhecidos antigamente, eles se tornaram, de modo surpreendente, algo a ser lançado indiscriminadamente dos céus. Não apenas o inseto-alvo ou a planta-alvo, mas tudo — humano ou não humano — ao alcance dos resíduos dos produtos químicos está sujeito ao toque sinistro do veneno. Não são apenas as florestas e os campos cultivados que são pulverizados, mas também as vilas e as cidades.

Um bom número de pessoas sente-se agora apreensiva a respeito da distribuição aérea de produtos químicos letais sobre milhões de acres, e duas campanhas maciças de pulverização efetuadas no fim da década de 1950 contribuíram muito para aumentar as suas dúvidas: as campanhas contra a mariposa-cigana nos estados do Nordeste e contra a formiga-lava-pés nos estados do Sul dos Estados

Unidos. Nenhum desses insetos é nativo, mas ambos têm vivido nos Estados Unidos por muitos anos sem criar uma situação que exigisse medidas desesperadas. Ainda assim, ações drásticas foram de repente tomadas contra eles, sob a filosofia de que os fins justificam os meios, filosofia que vem também orientando há muito tempo as divisões de controle do Departamento de Agricultura norte-americano.

O programa contra a mariposa-cigana mostra que muitos danos podem ser causados quando um tratamento imprudente e em grande escala substitui o controle local e moderado. A campanha contra a formiga-lava-pés é um excelente exemplo de uma campanha baseada em um enorme exagero a respeito da necessidade de controle, lançada de forma disparatada, sem conhecimentos científicos da dosagem de veneno necessária para destruir o alvo, nem dos seus efeitos sobre outros seres vivos. Nenhum desses dois programas atingiu seu objetivo.

A mariposa-cigana, nativa da Europa, vive nos Estados Unidos há quase uma centena de anos. Em 1869, um cientista francês, Leopold Trouvelot, deixou, por acidente, que algumas dessas mariposas escapassem de seu laboratório em Medford, em Massachusetts, onde ele estava tentando cruzá-las com bichos-da-seda. Pouco a pouco, a mariposa-cigana se espalhou por toda a Nova Inglaterra. O principal agente da sua disseminação progressiva é o vento: o estágio larval, ou lagarta, é extremamente leve e pode ser carregado até alturas consideráveis e longas distâncias. Outro meio é o transporte de plantas carregando massas de ovos, a forma sob a qual a espécie existe durante o inverno. A mariposa-cigana, que em seu estágio larval ataca a folhagem dos carvalhos e algumas outras árvores de madeira de lei durante umas poucas semanas a cada primavera, pode ser agora encontrada em todos os estados da Nova Inglaterra.

Também é encontrada esporadicamente em Nova Jersey, onde foi introduzida em 1911 em um carregamento de abetos vindos da Holanda, e em Michigan, onde sua entrada se deu de uma forma que não é conhecida até hoje. Na Nova Inglaterra, o furacão de 1938 carregou a mariposa-cigana para a Pensilvânia e Nova York, mas as montanhas Adirondacks vêm atuando como barreiras ao seu avanço na direção oeste, já que são cobertas por espécies que não lhe são atraentes. A tarefa de confinar a mariposa-cigana ao extremo Nordeste dos Estados Unidos tem sido realizada por vários métodos, e nos quase cem anos desde sua chegada no continente, o medo de que ela pudesse invadir as grandes florestas de madeira de lei do sul dos Apalaches não se mostrou justificado. Treze parasitas e predadores foram importados do exterior e se estabeleceram com sucesso na Nova Inglaterra. O próprio Departamento de Agricultura atribuiu a essas importações a redução considerável da frequência e da destrutividade dos surtos de mariposa-cigana. Esse controle natural, acrescido de medidas de quarentena e de pulverizações locais, permitiu o que o Departamento descreveu em 1955 como "uma extraordinária restrição da distribuição e dos danos".

Apesar disso, apenas um ano depois de expressar satisfação com a situação, a Divisão de Controle de Pragas das Plantas do mesmo Departamento de Agricultura lançou um programa de pulverização indiscriminada de vários milhões de acres por ano, com a intenção declarada de "erradicar" a mariposa-cigana. ("Erradicação" significa a extinção completa e final, ou o extermínio de uma espécie em todo o seu hábitat. Entretanto, quando sucessivos programas falharam, o Departamento achou necessário falar em uma segunda ou terceira "erradicações" da mesma espécie na mesma área.)

A guerra química total do Departamento contra a mariposa-cigana começou em uma escala ambiciosa. Em 1956, quase 1 milhão de

acres foi pulverizado nos estados da Pensilvânia, Nova Jersey, Michigan e Nova York. Muitas queixas de prejuízos foram feitas por moradores das regiões pulverizadas. Os conservacionistas ficaram cada vez mais inquietos quando o sistema de pulverização de grandes áreas começou a ser implantado. Quando foram anunciados planos de pulverização de 3 milhões de acres em 1957, a oposição se tornou ainda mais forte. Os funcionários agrícolas estaduais e federais, como é de costume, ignoraram as queixas individuais, não lhes dando importância.

A área de Long Island incluída nas pulverizações contra a mariposa-cigana em 1957 consistia principalmente em cidades e subúrbios densamente povoados, além de áreas costeiras margeando pântanos salgados. O condado de Nassau, em Long Island, é o condado mais densamente povoado no estado de Nova York, com exceção da cidade de Nova York. Em uma declaração que pode ser considerada o cúmulo do absurdo, a "ameaça de infestação da área metropolitana da cidade de Nova York" foi citada como uma importante justificativa para o programa. A mariposa-cigana é um inseto florestal; não é, de forma alguma, habitante das cidades. Tampouco vive em pradarias, campos cultivados, jardins ou pântanos. Não obstante, os aviões contratados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e pelo Departamento de Agricultura e Mercados do Estado de Nova York despejaram indiscriminadamente, em 1957, a mistura receitada de DDT com óleo combustível. Pulverizaram hortas e fazendas de gado leiteiro, lagos de peixes e pântanos salgados. Pulverizaram os pequenos lotes de mil metros quadrados dos subúrbios, encharcando uma dona de casa em meio ao esforço desesperado de cobrir o jardim antes que o barulhento avião ali chegasse; despejaram inseticidas sobre crianças brincando e passageiros aguardando o trem nas estações

ferroviárias. Em Setauket, um belo cavalo de raça bebeu água de um cocho em um campo que havia sido pulverizado pelos aviões; dez horas depois, estava morto. Foram vistos automóveis manchados de óleo; flores e arbustos foram arruinados. Os pássaros, peixes, caranguejos e insetos úteis foram mortos.

Um grupo de cidadãos de Long Island, liderado pelo ornitologista mundialmente famoso, Robert Cushman Murphy, havia entrado na justiça com uma liminar para impedir a pulverização de 1957. Como a primeira solicitação fora negada, os cidadãos que protestavam tiveram de se submeter ao dilúvio de DDT programado, mas, depois da pulverização, persistiram em seus esforços, apelando para que sua solicitação fosse aprovada. Entretanto, como o ato já havia sido executado, os tribunais sustentaram que a petição era "irrelevante". O caso foi levado de instância em instância até a Suprema Corte, que se recusou a julgá-lo. O juiz William O. Douglas, divergindo radicalmente da decisão de não rever o caso, declarou que "os alertas que muitos especialistas e funcionários responsáveis têm feito sobre os perigos do DDT enfatizam a importância pública deste caso".

O processo impetrado pelos cidadãos de Long Island serviu, ao menos, para chamar a atenção da população para a tendência crescente de aplicação em massa de inseticidas, além do poder e da propensão dos órgãos de controle de desprezar os direitos de propriedade supostamente invioláveis dos cidadãos.

A contaminação do leite e dos produtos agrícolas no decorrer das pulverizações contra a mariposa-cigana foi uma surpresa desagradável para muita gente. O que aconteceu na fazenda Aller, de cerca de 810 mil metros quadrados, no norte do condado de Westchester, no estado de Nova York, foi revelador. A sra. Waller havia requisitado especificamente aos funcionários da Agricultura que não pulverizassem sua propriedade, porque seria impossível

evitar as pastagens ao pulverizar os bosques. Ela se ofereceu para efetuar o controle das mariposas-ciganas em suas próprias terras e eliminar qualquer infestação por meio de pulverizações locais. Embora houvesse recebido a garantia de que nenhuma fazenda seria pulverizada, sua propriedade recebeu duas pulverizações diretas e, além disso, foi submetida duas vezes a pulverizações desviadas pelo vento. As amostras de leite retiradas 48 horas depois das vacas Guernsey de puro sangue da fazenda dos Wallers continham DDT na proporção de 14 partes por milhão. As amostras de forragem dos campos onde as vacas haviam pastado estavam, é claro, contaminadas também. Apesar de o Departamento de Saúde do condado ter sido notificado, nenhuma instrução foi dada para que o leite não fosse comercializado. Essa situação é, infelizmente, típica da falta de proteção ao consumidor que também é bastante comum. Embora a Administração de Alimentos e Medicamentos (*Food and Drug Administration* — FDA) não permita resíduos de pesticidas no leite, as suas restrições não apenas são inadequadamente policiadas como também se aplicam só ao comércio interestadual. Os funcionários estaduais e do condado não têm nenhuma obrigação de seguir as prescrições federais a respeito de pesticidas a não ser que as leis locais o determinem — e raramente o fazem. Os horticultores também sofreram. As folhas de algumas plantações ficaram tão queimadas e manchadas que não puderam ser comercializadas. Outras plantações ficaram contaminadas por elevadas quantidades de resíduos: uma amostra de ervilhas analisada pela Estação Experimental de Agricultura da Universidade de Cornell continha entre 14 e 20 partes por milhão de DDT. O máximo determinado por lei é 7 partes por milhão. Os horticultores tiveram, então, de suportar pesadas perdas, ou se viram na posição de vender produtos contendo

resíduos ilegais. Alguns deles pediram indenização na justiça e obtiveram.

À medida que as pulverizações aéreas de DDT aumentaram, também aumentou o número de processos impetrados na justiça. Entre eles, havia processos impetrados por apicultores em diversas regiões do estado de Nova York. Mesmo antes da pulverização de 1957, os apicultores haviam sofrido pesadas perdas com o uso de DDT em pomares. “Até 1953 eu encarava como verdade bíblica tudo o que fosse dito pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e pelas faculdades de agricultura”, declarou, com amargura, um desses apicultores. Mas, em maio daquele ano, esse homem perdeu oitocentas colônias, depois que o estado mandou pulverizar uma grande área. As perdas foram tão generalizadas e vultosas que outros catorze apicultores se juntaram a ele e processaram o estado, reclamando uma indenização de um quarto de milhão de dólares. Outro apicultor, cujas quatrocentas colônias foram alvos acidentais das pulverizações de 1957, relatou que 100% da força de trabalho das abelhas (as operárias, que coletam o néctar e o pólen para as colmeias) havia sido dizimada nas áreas florestais e até 50% nas áreas de fazenda, pulverizadas menos intensamente. “É algo muito doloroso”, escreveu ele, “entrar em um quintal em maio e não escutar uma abelha zumbindo.” Os programas de erradicação da mariposa-cigana foram marcados por muitos atos de irresponsabilidade. Como os aviões que trabalhavam na pulverização eram pagos por galão e não por quilômetro, não houve um esforço de moderação, e muitas propriedades foram pulverizados não uma, mas diversas vezes. Os contratos de pulverizações aéreas foram, pelo menos em um caso, entregues a uma empresa sediada fora do estado, sem filiais locais, que não atendera à exigência legal de se registrar como funcionários estaduais para fins de estabelecimento

de responsabilidades legais. Nessa situação extremamente duvidosa, os cidadãos que sofreram perdas financeiras diretas decorrentes dos prejuízos causados aos pomares de macieiras ou às abelhas descobriram que não havia ninguém a quem processar.

Após as desastrosas pulverizações de 1957, o programa foi abrupta e drasticamente reduzido, com vagas declarações sobre "avaliar" o trabalho anterior e testar inseticidas alternativos. Em vez dos 14.165 quilômetros quadrados pulverizados em 1957, a área tratada se reduziu a 2.023 quilômetros quadrados em 1958 e a cerca de 400 quilômetros quadrados em 1959, 1960 e 1961. Durante esse intervalo, os órgãos de controle devem ter achado perturbadoras as notícias de Long Island. A mariposa-cigana havia reaparecido em grandes quantidades. A dispendiosa operação de pulverização que havia custado tanto ao Departamento em termos de confiança e boa vontade públicas — uma operação que visava a extinguir a mariposa-cigana para todo o sempre — havia, na verdade, tido um sucesso nulo.

Enquanto isso, os funcionários da Divisão de Controle de Pragas das Plantas do Departamento de Agricultura haviam-se esquecido temporariamente das mariposas-ciganas, pois estavam ocupados lançando um programa ainda mais ambicioso no Sul dos Estados Unidos. A palavra "erradicação" continuava a sair com facilidade dos mimeógrafos do Departamento: desta vez, os comunicados à imprensa prometiam a erradicação da formiga-lava-pés.

A formiga-lava-pés — também conhecida como formiga-de-fogo, devido ao ardor provocado por sua ferroada — parece ter entrado nos Estados Unidos vinda da América do Sul pelo porto de Mobile, no Alabama, onde foi localizada logo após o fim da Primeira Guerra Mundial. Por volta de 1928, havia-se espalhado pelos subúrbios de

Mobile e, daí em diante, deu prosseguimento a uma invasão que agora já atingiu a maioria dos estados do Sul.

Durante a maior parte dos quarenta e tantos anos desde sua chegada aos Estados Unidos, a formiga-lava-pés parece ter atraído pouca atenção. Os estados onde ela era mais abundante a consideravam um aborrecimento, principalmente porque ela constrói grandes ninhos com montes de terra de 30 centímetros de altura ou mais. Esses formigueiros podem atrapalhar as operações das máquinas da fazenda. Mas apenas dois estados as listaram entre as vinte pragas de inseto mais importantes e, mesmo esses, as colocaram quase no fim da lista. Não parecia haver nenhuma preocupação da parte de funcionários ou particulares quanto à formiga-lava-pés como uma ameaça às plantações ou aos rebanhos.

Com o desenvolvimento de produtos químicos de amplos poderes letais, ocorreu uma súbita mudança na atitude oficial em relação à formiga-lava-pés. Em 1957, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos lançou uma das mais notáveis campanhas publicitárias de sua história. A formiga-lava-pés de repente se tornou o alvo de um bombardeio de comunicados governamentais, filmes e histórias incentivadas pelo governo retratando-a como uma destruidora da agricultura sulista e matadora de pássaros, rebanhos e seres humanos. Uma poderosa campanha foi anunciada, na qual o governo federal, em colaboração com os estados afligidos, trataria um total de cerca de 80 mil quilômetros quadrados em nove estados do Sul.

"Os fabricantes de pesticidas nos Estados Unidos parecem ter encontrado um proveitoso filão de vendas com os números crescentes de programas de erradicação de pragas em ampla escala dirigidos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos",

comentou alegremente uma revista especializada em 1958, quando o programa de erradicação da formiga-lava-pés foi lançado.

Nunca um programa antipragas foi tão absoluta e merecidamente condenado por praticamente todos, a não ser os beneficiários do "proveitoso filão de vendas". Esse programa foi um notável exemplo de experiência mal concebida, mal executada e inteiramente prejudicial de controle de insetos em ampla escala, uma experiência tão cara em termos de dólares, de destruição de vida animal e de perda da confiança pública no Departamento de Agricultura que é incompreensível que ainda se destinem fundos para a sua execução.

O apoio do Congresso ao projeto foi obtido inicialmente por meio de afirmações que foram mais tarde desacreditadas. A formiga-lava-pés foi pintada como uma séria ameaça à agricultura do Sul do país devido à destruição de plantações e como uma ameaça à fauna selvagem, em virtude de ataques aos filhotes dos pássaros que constroem seus ninhos no chão. Dizia-se que a ferroada dessa formiga era uma séria ameaça à saúde humana.

Quão verdadeiras eram essas alegações? As afirmações feitas pelos representantes do Departamento na tentativa de obter a concessão de verbas não estavam de acordo com aquelas contidas em publicações fundamentais do Departamento de Agricultura. O boletim *Insecticide Recommendations* [...] *for the Control of Insects Attacking Crops and Livestock* [Recomendações de inseticidas [...] para o controle de insetos que atacam plantações e rebanhos], de 1957, não chegou sequer a mencionar a formiga-lava-pés — uma omissão espantosa, se é que o Departamento acredita em sua própria propaganda. Além disso, o anuário enciclopédico do Departamento de 1952, dedicado aos insetos, continha apenas um curto parágrafo sobre a formiga-lava-pés em um texto de meio milhão de palavras.

Contra a alegação não documentada do Departamento de que a formiga-lava-pés destrói plantações e ataca rebanhos, temos o cuidadoso estudo da Estação Experimental de Agricultura do estado que vem tendo uma experiência bastante íntima com esse inseto, o Alabama. Segundo os cientistas do Alabama, "danos às plantas são, em geral, raros". O dr. F. S. Arant, entomologista do Instituto Politécnico do Alabama e, em 1961, presidente da Sociedade Entomológica dos Estados Unidos, afirma que seu departamento "não recebeu nenhum relato de danos causados às plantas por formigas nos últimos cinco anos [...] Não foi observado nenhum dano aos rebanhos". Esses profissionais, que têm realmente observado as formigas em seu hábitat e em laboratório, dizem que a formiga-lava-pés se alimenta principalmente de diversos outros insetos, muitos deles considerados prejudiciais aos interesses dos seres humanos. As formigas-lava-pés têm sido observadas capturando larvas do gorgulho do algodão. As suas atividades de construção de formigueiros são úteis para arejar e drenar o solo. Os estudos do Alabama têm sido comprovados por investigações da Universidade Estadual do Mississipi, e são ainda mais impressionantes do que as evidências do Departamento de Agricultura, aparentemente baseadas quer em conversas com fazendeiros, que podem facilmente confundir uma formiga com outra, quer em pesquisas antigas. Alguns entomologistas acreditam que os hábitos alimentares da formiga tenham mudado na medida em que se tornou mais abundante, de modo que observações efetuadas várias décadas atrás têm pouco valor agora.

A alegação de que a formiga é uma ameaça à saúde e à vida também admite consideráveis correções. O Departamento de Agricultura financiou um filme de propaganda (para ganhar apoio para seu programa) em que cenas de horror foram criadas em torno da

ferroada da formiga-lava-pés. Não há dúvidas de que essa ferroada é dolorosa e deve ser evitada, assim como normalmente se evitam as ferroadas de vespa ou de abelha. Reações severas podem ocorrer ocasionalmente em indivíduos sensíveis, e os livros de medicina registram uma possível morte atribuível, embora de modo não definitivo, ao veneno da formiga-lava-pés. Em comparação, o Escritório Nacional de Estatísticas Vitais registra 33 mortes em 1959 só devido a picadas de abelhas e vespas. Apesar disso, ninguém parece ter proposto "erradicar" esses insetos.

Mais uma vez, as evidências locais são as mais convincentes. Embora a formiga-lava-pés esteja vivendo no Alabama há quarenta anos e sua concentração seja maior por lá, o diretor de Saúde do Estado do Alabama declara que "nunca foi registrada no Alabama nenhuma morte de ser humano como resultado de ferroadas de formigas-lava-pés importadas", e considera que os casos médicos resultantes de ferroadas de formigas-lava-pés são "incidentais". Os montes de terra erguidos pelas formigas em jardins ou *playgrounds* podem criar uma situação em que exista risco de as crianças serem picadas, mas isso dificilmente é uma desculpa para inundar milhões de quilômetros quadrados com venenos. É possível lidar facilmente com essas situações por meio do tratamento individual dos montes.

Foram mencionados também danos às aves de caça, sem evidências para comprovar essas alegações. Com certeza um profissional bem qualificado para falar a esse respeito é o líder da Unidade de Pesquisa da Vida Selvagem de Auburn, no Alabama, o dr. Maurice F. Baker, que tem experiência de vários anos nessa área. Mas a opinião do dr. Baker está em oposição frontal às alegações do Departamento de Agricultura. Ele declara:

> *No sul do Alabama e no noroeste da Flórida nós conseguimos ter excelente caça e populações de codornas coexistindo com*

> *grandes populações da formiga-lava-pés importada [...] Nos quase quarenta anos em que o sul do Alabama convive com a formiga-lava-pés, as populações de aves de caça têm exibido um constante e significativo aumento. Com certeza, se a formiga-lava-pés importada fosse uma grave ameaça à vida selvagem, essas condições não poderiam existir.*

O que aconteceria com a vida selvagem em decorrência da aplicação dos inseticidas usados no combate às formigas era outra questão. Os produtos químicos a serem usados eram a dieldrina e o heptacloro, ambos relativamente novos. Havia pouca experiência prática de uso de qualquer das duas substâncias, e ninguém sabia quais seriam os seus efeitos sobre pássaros, peixes ou mamíferos quando fossem aplicadas em grande escala. Sabia-se, contudo, que os dois venenos eram muitas vezes mais tóxicos do que o DDT, que já vinha sendo usado, àquela altura, por aproximadamente uma década e havia matado alguns pássaros e muitos peixes, mesmo diluído em uma proporção de 450 gramas por acre (cerca de 113,5 quilos por quilômetro quadrado). E a dosagem da dieldrina e do heptacloro era mais forte — 907 gramas por acre (cerca de 227 quilos por quilômetro quadrado) na maioria das condições, ou 1,36 quilo de dieldrina por acre (aproximadamente 340 quilos por quilômetro quadrado) se o gorgulho argentino (ou gorgulho-franjado-de-branco) precisasse também ser controlado. Quanto a seus efeitos sobre os pássaros, o uso prescrito do heptacloro seria equivalente a nove quilos de DDT por acre (2,21 gramas por metro quadrado), e o de dieldrina, de quase 55 quilos por acre (13,5 gramas por metro quadrado)!

Protestos urgentes foram emitidos pela maioria dos departamentos estaduais de conservação, pelos órgãos nacionais de conservação e por ecologistas, e até mesmo por alguns entomologistas,

conclamando o então secretário da Agricultura, Ezra Benson, a adiar o programa pelo menos até que mais pesquisas fossem feitas para avaliar os efeitos do heptacloro e da dieldrina sobre animais selvagens e domésticos, e para determinar a quantidade mínima suficiente para o controle das formigas. Os protestos foram ignorados, e o programa foi lançado em 1958. Um milhão de acres foram tratados no primeiro ano. Era evidente que qualquer pesquisa na natureza teria de ser feita na forma de um *post mortem*.

À medida que o programa era implementado, começaram a se acumular fatos provenientes de estudos conduzidos por biólogos de órgãos estaduais e federais de proteção da vida selvagem e de várias universidades. Os estudos revelaram perdas que iam até a completa destruição da vida selvagem em algumas áreas tratadas. As aves, o gado e os animais de estimação também foram mortos. O Departamento de Agricultura descartou todas as evidências de danos considerando-as exageradas e incorretas.

Os fatos, todavia, continuam a se acumular. No condado de Hardin, no Texas, por exemplo, gambás, tatus e uma abundante população de guaxinins desapareceram virtualmente depois que o produto químico foi lançado. Até mesmo no segundo outono após o tratamento, esses animais eram raros. Os poucos guaxinins encontrados então na área carregavam resíduos do produto químico em seus tecidos.

Os pássaros mortos encontrados nas regiões tratadas haviam absorvido ou ingerido os venenos usados contra a formiga-lava-pés, um fato mostrado claramente pela análise química de seus tecidos. (O único pássaro que sobreviveu em certa quantidade foi o pardal, que em outras regiões também deu provas de que talvez seja relativamente imune.) Em certa região do Alabama em meio às áreas tratadas em 1959, metade dos pássaros foi morta. Espécies que

vivem no solo ou que frequentam a vegetação rasteira tiveram mortandade de 100%. Mesmo um ano após o tratamento, houve uma primavera sem pássaros canoros, e muitos territórios propícios ao acasalamento jaziam silenciosos e desertos. No Texas, melros, savaneiros e calhandras foram encontrados mortos nos ninhos, e muitos ninhos estavam desertos. Quando foram enviados espécimes de pássaros mortos do Texas, de Louisiana, do Alabama, da Geórgia e da Flórida para o Serviço de Peixes e Vida Selvagem para análise, verificou-se que mais de 90% deles continham resíduos de dieldrina ou de uma forma de heptacloro em quantidades de até 38 partes por milhão.

As galinholas, que passam o inverno na Louisiana mas se reproduzem no Norte, agora carregam em seu corpo o veneno contra a formiga-lava-pés. A fonte dessa contaminação é clara. As galinholas alimentam-se sobretudo de minhocas, procurando-as no solo com seus longos bicos. Os estudos revelaram que os vermes sobreviventes na Louisiana apresentavam até 20 partes por milhão de heptacloro em seus tecidos, mesmo depois de um período entre seis e dez meses após o tratamento da área. Um ano depois, eles continham até 10 partes por milhão. As consequências do envenenamento quase letal da galinhola são agora percebidas no acentuado declínio na proporção entre pássaros jovens e adultos, observada pela primeira vez na estação que se seguiu ao início dos tratamentos contra a formiga-lava-pés.

Algumas das notícias mais inquietantes para os praticantes da pesca do Sul se referem às codornas norte-americanas. Essa ave, que faz ninhos e se alimenta no chão, foi quase completamente extinta nas áreas tratadas. No Alabama, por exemplo, os biólogos da Unidade Cooperativa de Pesquisa da Vida Selvagem fizeram um recenseamento inicial da população de codornas em uma área de

cerca de 14,5 quilômetros quadrados para a qual estava programado um tratamento. Treze ninhadas — 121 codornas — viviam na área. Duas semanas após o tratamento, só era possível encontrar codornas mortas. Em todos os espécimes enviados ao Serviço dos Peixes e da Vida Selvagem para análise, foram encontradas quantidades de inseticida suficientes para causar a sua morte. As descobertas do Alabama se reproduziram no Texas, onde uma área de mais de 10 quilômetros quadrados tratada com heptacloro perdeu todas as suas codornas. Com as codornas, foram-se 90% dos pássaros canoros. Mais uma vez, a análise revelou a presença de heptacloro nos tecidos dos pássaros mortos.

Além das codornas, a quantidade de perus-bravos foi seriamente reduzida por um programa contra a formiga-lava-pés. Embora oitenta perus tivessem sido contados em uma região do condado de Wilcox, no Alabama, antes que o heptacloro fosse aplicado, nenhum deles pôde ser encontrado no verão seguinte ao tratamento — nenhum, isto é, a não ser por um ninho com ovos não chocados e um filhote morto. Os perus-bravos talvez tenham sofrido o mesmo destino que seus irmãos domésticos, pois os perus em fazendas na área tratada com produtos químicos também produziram poucos filhotes. Poucos ovos vingaram, e quase nenhum filhote sobreviveu. Isso não aconteceu nas áreas próximas que não foram tratadas.

O destino dos perus não foi, de modo algum, exclusivo. Um dos biólogos da vida selvagem mais amplamente conhecidos e respeitados nos Estados Unidos, o dr. Clarence Cottam, visitou alguns dos fazendeiros cujas propriedades haviam sido tratadas. Além de observar que “todos os passarinhos de árvores” pareciam ter desaparecido depois que a terra foi tratada, a maioria das pessoas ali residentes relatou mortes nos rebanhos, de aves domésticas e de bichos de estimação. Um homem mostrou-se “furioso com os

funcionários que haviam feito a pulverização", relatou o dr. Cottam, "pois contou que enterrou ou deu algum outro destino a dezenove carcaças de vacas que haviam sido mortas pelo veneno, e que sabia de três ou quatro outras vacas que haviam morrido em consequência do mesmo tratamento. Morreram também bezerros que haviam-se alimentado apenas do leite materno desde o nascimento".

As pessoas entrevistadas pelo dr. Cottam estavam intrigadas com o que acontecera nos meses seguintes ao tratamento de suas terras. Uma mulher lhe disse que havia colocado ali várias galinhas depois que as terras vizinhas foram cobertas com veneno, "e, por razões que ela não compreendia, muito poucos pintinhos haviam nascido ou sobrevivido". Outro fazendeiro "cria porcos, e durante nove meses inteiros depois da pulverização do veneno, não conseguiu obter nenhum leitão novo. Os leitõezinhos já nasciam mortos ou morriam logo depois de nascerem". Um relato semelhante foi feito por outro fazendeiro, que disse que, de 37 crias, que poderiam ter produzido até 250 filhotes, apenas 31 leitõezinhos sobreviveram. Esse fazendeiro também não havia conseguido criar galinhas desde que a terra fora envenenada.

O Departamento de Agricultura negou sistematicamente perdas de criações domésticas relacionadas ao programa de erradicação da formiga-lava-pés. Entretanto, um veterinário de Bainbridge, na Geórgia, o dr. Otis L. Poitevint, que foi chamado para tratar muitos dos animais afetados, resumiu suas razões para atribuir as mortes ao inseticida dizendo que, em um período entre duas semanas e vários meses depois que o veneno contra a formiga-lava-pés fora aplicado, vacas, cabras, cavalos, galinhas e pássaros, além de outros animais selvagens, começaram a sofrer de uma doença geralmente fatal do sistema nervoso. Essa doença afetou apenas animais que tinham tido acesso a comida ou água contaminadas. Os animais de estábulo não

foram afetados. A doença foi encontrada apenas em áreas tratadas contra as formigas-lava-pés. Os testes de laboratório para verificar a existência da doença deram negativo. Os sintomas observados pelo dr. Poitevint e outros veterinários eram aqueles descritos nos textos especializados como indicações de envenenamento por dieldrina ou heptacloro.

O dr. Poitevint também descreveu um caso interessante de um bezerro de dois meses de idade que exibia sintomas de envenenamento por heptacloro. O animal foi submetido a exaustivos testes de laboratório. A única descoberta significativa foi a presença de 79 partes por milhão de heptacloro em seus tecidos gordurosos. Mas já fazia cinco meses que o veneno havia sido aplicado. Teria o bezerro adquirido o veneno diretamente ao pastar ou indiretamente pelo leite materno, ou mesmo antes de nascer? “Se foi do leite”, indagou o dr. Poitevint, “por que não foram tomadas precauções especiais para proteger nossas crianças, que bebiam o leite proveniente das fazendas locais?”

O relatório do dr. Poitevint destaca um importante problema a respeito da contaminação do leite. A área incluída no programa de combate à formiga-lava-pés é formada predominantemente por pastos e terras de cultivo. E quanto ao gado leiteiro que pasta nessas terras? Nos campos tratados, a grama conterá, inevitavelmente, resíduos de heptacloro em uma de suas formas, e se os resíduos forem ingeridos pelas vacas, o veneno aparecerá no leite. Essa transmissão direta para o leite foi demonstrada experimentalmente em estudos sobre o heptacloro em 1955, muito antes de o programa de controle ter sido realizado, e foi posteriormente demonstrada em estudos sobre a dieldrina, também usada no programa de combate à formiga-lava-pés.

As publicações anuais do Departamento de Agricultura incluem agora o heptacloro e a dieldrina entre os produtos químicos que tornam as plantas forrageiras inadequadas para a alimentação do gado leiteiro ou de animais a serem abatidos. No entanto, os setores de controle do Departamento promovem programas que espalham o heptacloro e a dieldrina sobre significativas áreas de pastagens no Sul. Quem está protegendo o consumidor e cuidando para que não haja resíduos de dieldrina ou heptacloro no leite? O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos responderia, sem dúvida, que aconselhou aos fazendeiros que mantivessem suas vacas leiteiras fora das pastagens tratadas por um período entre trinta e noventa dias. Considerando o pequeno tamanho de muitas das fazendas e a amplitude do programa — a maior parte dos produtos químicos foi aplicada por aviões — é extremamente duvidoso que essa recomendação tenha sido ou pudesse ser seguida. Além disso, o período recomendado não é adequado, tendo em vista a natureza persistente dos resíduos.

A Administração de Alimentos e Medicamentos, apesar de se mostrar descontente com a presença de quaisquer resíduos de pesticida no leite, tem pouca autoridade nessa situação. Na maioria dos estados incluídos no programa de combate à formiga-lava-pés, a indústria de laticínios é pequena e seus produtos não cruzam fronteiras estaduais. A proteção do estoque de leite colocado em risco por um programa federal é, portanto, deixada a cargo dos próprios estados. Investigações realizadas entre os funcionários da saúde ou outros funcionários responsáveis dos estados do Alabama, de Louisiana e do Texas em 1959 revelaram que nenhum teste fora feito e que, simplesmente, não se sabia se o leite estava contaminado com pesticidas ou não.

Nesse ínterim — depois, e não antes de o programa de controle ter sido lançado —, foram feitas algumas pesquisas sobre a natureza peculiar do heptacloro. Talvez fosse mais exato dizer que se leu uma pesquisa já publicada, pois os fatos básicos que provocaram a ação tardia do governo federal haviam sido descobertos vários anos antes, e deveriam ter influenciado a concepção inicial do programa. Trata-se do fato de que o heptacloro, após um curto período nos tecidos de animais ou plantas, ou ainda no solo, assume uma forma consideravelmente mais tóxica conhecida como epóxido de heptacloro. O epóxido é popularmente descrito como "um produto da oxidação", resultante da exposição ao ar. O fato de que essa transformação poderia ocorrer era conhecido desde 1952, quando a Administração de Alimentos e Medicamentos descobriu que fêmeas de ratos, alimentadas com uma concentração de 30 partes por milhão de heptacloro, haviam armazenado 165 partes por milhão desse produto mais venenoso, o epóxido, somente duas semanas depois.

Permitiu-se que esses fatos saíssem da obscuridade da literatura especializada em biologia em 1959, quando a Administração de Alimentos e Medicamentos tomou uma atitude que teve o efeito de banir todos os resíduos de heptacloro ou de seu epóxido nos alimentos. Essa norma colocou, ao menos temporariamente, um freio no programa. Embora o Departamento de Agricultura continuasse a pressionar pela manutenção das verbas anuais para o controle da formiga-lava-pés, os funcionários agrícolas locais se mostravam cada vez mais relutantes em aconselhar os fazendeiros a usarem produtos químicos que provavelmente fariam que o comércio de seus produtos se tornasse ilegal.

Em suma, o Departamento de Agricultura deu início ao programa sem sequer uma investigação elementar sobre o que já era conhecido

a respeito do produto químico a ser empregado — ou, caso tenha feito investigações, ignorou suas conclusões. O Departamento provavelmente deixou também de fazer uma pesquisa preliminar para determinar a quantidade mínima do agente químico que seria suficiente para cumprir o objetivo. Após três anos de dosagens pesadas, a proporção da aplicação de heptacloro foi abruptamente reduzida de 227 quilos por quilômetro quadrado para 141,75 quilos por quilômetro quadrado em 1959; depois para 57 quilos por quilômetro quadrado, aplicados em dois tratamentos de aproximadamente 28,5 quilos cada um, com um intervalo de três a seis meses. Um funcionário do Departamento explicou que "um programa agressivo de aperfeiçoamento de métodos" mostrou que a proporção inferior era mais eficaz. Se essa informação tivesse sido obtida antes de o programa ser lançado, uma imensa quantidade de prejuízos teria sido evitada e os contribuintes teriam poupado bastante dinheiro.

Em 1959, talvez em uma tentativa de neutralizar a crescente insatisfação com o programa, o Departamento de Agricultura ofereceu os produtos químicos gratuitamente aos proprietários de terras do Texas que assinassem um documento isentando os governos federal, estadual e municipal de responsabilidade pelos danos. No mesmo ano, o estado do Alabama, alarmado e enfurecido com os danos causados pelos produtos químicos, recusou-se a destinar quaisquer outras verbas para o projeto. Um de seus funcionários caracterizou todo o programa como "imprudente, concebido às pressas, malplanejado e um exemplo fragoroso de como se passa por cima das responsabilidades de outros órgãos públicos e privados". Apesar da falta de verbas estaduais, o dinheiro federal continuou a afluir para o Alabama, e em 1961 o Legislativo foi novamente persuadido a conceder uma pequena verba. Nesse

ínterim, os fazendeiros de Louisiana mostraram crescente relutância em assinar o projeto, à medida que se tornou evidente que o uso de produtos químicos contra a formiga-lava-pés estava causando um surto de insetos destruidores da cana-de-açúcar. Além disso, era óbvio que o programa não estava tendo nenhum sucesso. Seu estado deplorável foi laconicamente resumido na primavera de 1962 pelo diretor de pesquisas entomológicas da Estação Experimental de Agricultura da Universidade Estadual de Louisiana, o dr. L. D. Newsom: "O programa de 'erradicação' da formiga-lava-pés importada que vem sendo conduzido pelos órgãos estaduais e federais é, até agora, um fracasso. Há mais áreas infestadas na Louisiana agora do que quando o programa foi iniciado".

Uma guinada na direção do uso de métodos mais sadios e conservacionistas parece ter-se iniciado. A Flórida, declarando que "há mais formigas-lava-pés na Flórida agora do que havia quando o programa começou", anunciou que estava abandonando qualquer ideia de um programa amplo de erradicação e que, em vez disso, iria se concentrar no controle local.

Métodos eficazes e baratos de controle local são conhecidos há anos. O hábito da formiga-lava-pés de construir ninhos em montes de terra faz que o tratamento individual de cada monte com produtos químicos seja bastante simples. O custo de tal tratamento é cerca de um dólar por acre (4.064,86 metros quadrados). Para situações em que os montes são numerosos e os métodos mecanizados sejam desejáveis, a Estação Experimental de Agricultura do Mississipi desenvolveu uma capinadeira que primeiro nivela e depois aplica o agente químico diretamente aos montes. O método proporciona o controle de entre 90 e 95% das formigas, e custa apenas 23 centavos de dólar por acre. O programa de controle maciço do Departamento de Agricultura, por outro lado, custa cerca de três dólares e meio por

acre — é mais dispendioso, causa mais danos e é o menos eficaz de todos os programas.

# Muito Além dos Sonhos dos Bórgia

A CONTAMINAÇÃO do nosso mundo não é só uma questão de pulverização em massa. Na verdade, para a maioria de nós isso é de menos importância do que as numerosas exposições em menor escala às quais estamos sujeitos dia após dia, ano após ano. Como o constante gotejar da água que, pouco a pouco, desgasta a pedra mais dura, esse contato do nascimento até a morte com produtos químicos perigosos pode, no fim, revelar-se desastroso. Cada uma dessas exposições recorrentes, não importa quão leve seja, contribui para a acumulação progressiva de produtos químicos em nosso corpo e, assim, para o envenenamento cumulativo. Provavelmente ninguém é imune ao contato com essa contaminação crescente, a não ser que viva na situação de maior isolamento imaginável. Anestesiado pelas propagandas sugestivas e pelo persuasor oculto, o cidadão comum dificilmente tem consciência dos materiais letais de que está se cercando: na verdade, ele pode nem perceber que os está usando.

A Era dos Venenos se estabeleceu de modo tão absoluto que qualquer um pode entrar numa loja e, sem que nenhuma pergunta lhe seja feita, comprar substâncias de poder muito mais mortífero do que o remédio para o qual se exige que ele assine o "Registro de Venenos" da farmácia da esquina. Uns poucos minutos de pesquisa em qualquer supermercado são suficientes para assustar o consumidor mais intrépido — desde que ele tenha um conhecimento, mesmo que rudimentar, dos produtos químicos expostos para a sua escolha.

Se uma grande caveira com dois ossos cruzados embaixo estivesse pendurada na frente da seção de inseticidas, o consumidor poderia

pelo menos entrar ali com o respeito normalmente atribuído a materiais legais. Mas, em vez disso, a disposição é acolhedora e alegre; é bem em frente aos picles e às azeitonas, do outro lado do corredor, e ao lado dos sabonetes e dos sabões para lavar a roupa que são expostas as prateleiras e prateleiras de inseticidas. Ao alcance fácil da mão exploradora de uma criança, encontram-se produtos químicos em recipientes de *vidro*. Caso uma criança ou um adulto descuidado deixe cair ao chão um desses recipientes, todos os que estão por perto podem receber respingos do mesmo agente químico que provocou convulsões nos trabalhadores encarregados de pulverizações. Esses riscos acompanham, é claro, o comprador até sua casa. Uma lata de um produto contra traças contendo DDT, por exemplo, exibe, em letra bem miúda, um aviso de que seu conteúdo se encontra sob pressão e pode explodir caso seja exposto ao calor ou diretamente às chamas. Um inseticida comum, para uso doméstico, que tem diversas utilidades na cozinha é o clordano. Entretanto, o diretor de farmacologia da Administração de Alimentos e Medicamentos declarou que o risco de viver em uma casa borrifada com clordano é "muito grande". Outros preparados para uso doméstico contêm um agente ainda mais tóxico: a dieldrina.

O uso de venenos na cozinha é transformado em algo fácil e atraente. O papel de revestimento de prateleiras, quer na cor branca, quer tingido para combinar com o padrão de cores do ambiente, pode estar impregnado de inseticida, não apenas de um lado, mas de ambos. Os fabricantes oferecem-nos folhetos de "faça você mesmo" a respeito de como matar insetos. Basta apertar um botão para lançar uma névoa de dieldrina nos mais inacessíveis esconderijos e fendas de armários, cantos e rodapés.

Se estamos sendo importunados por mosquitos, micuins ou outros insetos que consideramos pestes e que atacam nosso corpo, temos à

nossa escolha numerosas loções, cremes e *sprays* para aplicação nas roupas ou na pele. Embora sejamos avisados de que alguns desses produtos dissolvem vernizes, tintas e tecidos sintéticos, espera-se que infiramos que a pele humana é imune aos agentes químicos. Para garantir que estejamos a todo instante preparados para repelir os insetos, uma luxuosa loja de Nova York anuncia um aplicador de inseticida "tamanho de bolso", que pode ser guardado na bolsa ou levado para a praia, o campo de golfe ou a pescaria, com os equipamentos de pesca.

Podemos polir nossos assoalhos com uma cera que garante exterminar todos os insetos que pisarem sobre ela. Podemos pendurar tirinhas impregnadas com o agente químico chamado lindano em nosso guarda-roupa e sacolas de viagem, ou colocá-las nas gavetas de nossa cômoda para passarmos seis meses protegidos dos estragos causados pelas traças. Os anúncios não contêm nenhuma sugestão de que o lindano seja perigoso. Isso também acontece com os anúncios de um aparelho eletrônico que exala um vapor de lindano — dizem-nos que é seguro e sem cheiro. Entretanto, a verdade é que a Associação Médica Norte-Americana considera vaporizadores de lindano tão perigosos que efetuou uma extensa campanha contra eles em sua revista.

O Departamento de Agricultura, em um dos números do *Home and Garden Bulletin* [Boletim Casa e Jardim], aconselha-nos a borrifar nossas roupas com soluções em óleo de DDT, dieldrina, clordano ou qualquer dos vários outros exterminadores de traças. Caso a roupa seja borrifada com uma quantidade excessiva e se forme um depósito branco de inseticida no tecido, esse depósito pode ser removido escovando-se o tecido, diz o Departamento, deixando de nos prevenir para sermos cautelosos quanto a onde e como é feito esse escovamento. Se seguirmos todas essas instruções, poderemos

encerrar o nosso dia repleto de inseticidas, indo dormir sob um cobertor à prova de traças impregnado de dieldrina.

A jardinagem está agora solidamente vinculada aos supervenenos. Toda casa de ferragens, toda loja de artigos de jardinagem e supermercado exibe prateleiras de inseticidas para todas as situações imagináveis referentes ao universo da horticultura. Aqueles que deixam de usar todo esse arsenal de *sprays* e pós mortíferos são, por implicação, negligentes, pois quase todas as páginas dedicadas à jardinagem nos jornais e a maioria das revistas de jardinagem pressupõem esse uso.

Tão ampla é a aplicação em gramados e plantas ornamentais até mesmo de inseticidas tão prontamente letais quanto os baseados em fósforo orgânico que, em 1960, o Conselho de Saúde do Estado da Flórida considerou necessário proibir o uso comercial de pesticidas em zonas residenciais por qualquer pessoa que não houvesse recebido uma autorização e não atendesse a certos requisitos. Diversas mortes devido ao uso do paratião ocorreram na Flórida antes da adoção dessa norma.

Pouco se faz, contudo, para prevenir o jardineiro ou o dono de residência de que ele está lidando com materiais extremamente perigosos. Ao contrário: o lançamento constante de novos produtos facilita o uso de venenos nos gramados e nos jardins — e aumenta o contato do jardineiro com eles. É possível, por exemplo, adquirir um dispositivo em forma de jarro para ser ligado à mangueira do jardim; por meio desse dispositivo, agentes químicos extremamente perigosos, como o clordano ou a dieldrina, são aplicados enquanto se regam as plantas. Tal dispositivo não é apenas um risco para a pessoa que maneja a mangueira: é também uma ameaça pública. O jornal *New York Times* considerou necessário publicar um alerta em sua seção de jardinagem informando que, a não ser que dispositivos

protetores especiais fossem instalados, os venenos poderiam penetrar na água destinada ao abastecimento em virtude da sifonagem reversa. Considerando a quantidade de tais dispositivos em uso, e a falta de alertas a esse respeito, será que precisamos nos perguntar por que nossas águas públicas estão contaminadas?

Como um exemplo do que pode acontecer ao próprio jardineiro, vamos examinar o caso de um médico — um entusiasta da jardinagem em suas horas vagas — que começou a usar DDT e depois malatião em seus arbustos e gramados, fazendo aplicações regulares semanais. Às vezes ele aplicava os produtos químicos com um *spray* de mão, outras vezes com um dispositivo preso à mangueira. Nessas aplicações, o *spray* frequentemente respingava em sua pele e roupas. Depois de cerca de um ano fazendo esse tipo de aplicação, ele teve um súbito ataque e foi hospitalizado. A biópsia de uma amostra de seus tecidos gordurosos revelou um acúmulo de 23 partes por milhão de DDT. Houve extensos danos aos nervos, que seus médicos diagnosticaram como permanentes. Com o passar do tempo, ele perdeu peso, foi acometido de extrema fadiga e sentiu uma fraqueza muscular peculiar, um efeito característico do malatião. Todos esses persistentes efeitos se mostraram graves a ponto de dificultar ao médico exercer sua profissão.

Além da outrora inócua mangueira de jardim, poderosos cortadores de grama também têm sido aparelhados com dispositivos para a disseminação de pesticidas. Esses dispositivos lançam uma nuvem de vapor à medida que o dono da residência executa a tarefa de cortar a grama do jardim. Assim, aos vapores potencialmente perigosos da gasolina são acrescentadas as partículas finamente divididas de seja lá qual for o inseticida que o provavelmente desprevenido morador escolheu para espalhar, elevando o teor de

poluição do ar sobre sua própria residência a um nível que poucas cidades poderiam igualar.

Apesar disso tudo, pouco se diz a respeito dos riscos da moda da jardinagem devido ao uso de venenos, ou dos inseticidas usados nos lares; as advertências nos rótulos são impressas em letras tão minúsculas que poucos se dão ao trabalho de lê-las, quanto mais de obedecê-las. Recentemente, uma empresa industrial resolveu descobrir o número exato de pessoas que liam esses avisos. A pesquisa revelou que menos de quinze em cada cem usuários de aerossóis e *sprays* de inseticidas chegam a tomar conhecimento dos avisos nos recipientes.

Os costumes suburbanos determinaram que o capim-sanguinário deve ser eliminado a qualquer custo. Sacos contendo produtos químicos inventados para livrar os gramados dessa desprezada vegetação se tornaram quase um símbolo de *status*. Esses herbicidas químicos são vendidos sob nomes comerciais que nem de longe sugerem a sua identidade ou natureza. Para saber que eles contêm clordano ou dieldrina, o usuário precisa ler as letrinhas bem miúdas estampadas na parte menos visível do saco. Os manuais de informações que podem ser adquiridos em qualquer casa de ferragens ou loja de artigos de jardinagem raramente, ou mesmo jamais, revelam o verdadeiro risco envolvido no manuseio ou na aplicação do material. Ao contrário: a ilustração típica mostra uma cena feliz de família, pai e filho preparando-se, sorridentes, para aplicar o produto químico no gramado, com crianças pequenas rolando na relva com o cachorro.

O problema dos resíduos químicos nos alimentos que comemos é uma questão que provoca debates acalorados. A existência de tais resíduos costuma ser ou minimizada pela indústria como algo sem importância ou terminantemente negada. Ao mesmo tempo, há uma

forte tendência a rotular como fanáticos ou radicais todos aqueles que são intolerantes a ponto de exigir que seu alimento esteja livre de venenos contra insetos. Em toda essa nuvem de controvérsias, quais são os fatos reais?

Já ficou estabelecido, do ponto de vista médico, que, como nos diz o bom senso, as pessoas que viveram e morreram antes do raiar da era do DDT (cerca de 1942) não continham nenhum traço de DDT ou nenhum material semelhante em seus tecidos. Como foi mencionado no Capítulo 3, amostras de gordura coletadas da população em geral entre 1954 e 1956 apresentaram uma média entre 5,3 e 7,4 partes por milhão de DDT. Há algumas evidências de que o nível médio aumentou desde essa época a cifras sistematicamente mais elevadas, e é claro que indivíduos com exposição a inseticidas em razão do trabalho que executam, ou outras exposições extraordinárias a inseticidas, armazenam ainda mais.

Entre a população em geral que não é, ao que se saiba, submetida a exposições intensas a inseticidas, pode-se supor que grande parte do DDT armazenado em depósitos de gordura tenha entrado no corpo por meio dos alimentos. Para testar esta suposição, uma equipe de cientistas do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos colheu amostras de refeições servidas em restaurantes e refeitórios. *Todas as amostras continham DDT.* Com base nessas evidências, os investigadores concluíram, muito razoavelmente, que "poucos alimentos — ou mesmo nenhum alimento — podem ser considerados inteiramente livres de DDT".

As quantidades de DDT nessas refeições podem ser imensas. Em outro estudo feito pelo Serviço de Saúde Pública, a análise das refeições servidas em prisões revelou ingredientes como compotas de frutas secas contendo 69,6 partes por milhão e pão contendo 100,9 partes por milhão de DDT!

Na dieta de uma residência comum, as refeições e quaisquer produtos derivados de gordura animal contêm a maior quantidade de resíduos de hidrocarbonetos clorados. Isso acontece porque esses agentes químicos são solúveis em gordura. Os resíduos armazenados nas frutas e nas verduras tendem a apresentar quantidades menores. Essas substâncias são pouco afetadas pela lavagem — o único remédio é remover e jogar fora todas as folhas externas dessas verduras, como a alface ou o repolho, descascar a fruta e não usar as cascas nem nenhuma cobertura exterior. O cozimento não destrói os resíduos.

O leite é um dos poucos alimentos em que não são permitidos resíduos de pesticidas, conforme as normas da Administração de Alimentos e Medicamentos (FDA) dos Estados Unidos. Na verdade, contudo, os resíduos aparecem sempre que se faz uma verificação. Eles ocorrem em maior quantidade na manteiga e em outros produtos derivados do leite. Uma verificação de 461 amostras desses produtos em 1960 mostrou que um terço deles continha resíduos, uma situação que a Administração de Alimentos e Medicamentos caracterizou como “nada animadora”.

Para se encontrar uma dieta livre de DDT e produtos químicos relacionados, aparentemente seria preciso viajar até uma ilha remota e primitiva, onde ainda não existissem as comodidades da civilização. Uma terra como essa parece existir, pelo menos dentro de certos limites, no longínquo litoral ártico do Alasca — embora mesmo lá seja possível ver-se uma sombra que se aproxima. Quando os cientistas investigaram a dieta nativa dos inuítes nessa região, descobriram que era livre de inseticidas. O peixe fresco e seco; a gordura, o óleo ou a carne de castores, belugas, caribus, alces americanos, focas barbudas, ursos polares e morsas; os oxicocos, as amoras e os ruibarbos selvagens — todos haviam escapado à

contaminação. Havia uma única exceção — duas corujas-brancas de Point Hope continham pequenas quantidades de DDT, talvez adquiridas ao longo de alguma viagem migratória.

Quando alguns dos próprios inuítes foram examinados por meio da análise de amostras de tecido gorduroso, pequenos resíduos de DDT foram encontrados (de 0 a 1,9 parte por milhão). A razão para isso era clara. As amostras de gordura foram recolhidas de pessoas que haviam saído de suas aldeias natais para ser internadas no Hospital do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, em Anchorage, a fim de ser submetidas a cirurgias. Lá vigorava o estilo de vida civilizado: nas refeições desse hospital foram encontradas quantidades de DDT semelhantes às das cidades mais populosas. Por sua breve estada na civilização, os inuítes foram recompensados com uma dose de veneno.

O fato de cada refeição que comemos conter uma carga de hidrocarbonetos clorados é a consequência inevitável da aplicação quase universal de *sprays* ou pós contendo esses venenos em lavouras. Se o fazendeiro seguir escrupulosamente as instruções dos rótulos, seu uso de produtos químicos nas plantações não produzirá resíduos maiores do que os permitidos pela Administração de Alimentos e Medicamentos. Deixando de lado por enquanto a questão de se esses resíduos legais são tão "seguros" quanto se afirma serem, sempre resta o fato bem conhecido de que os fazendeiros excedem com bastante frequência as doses recomendadas, usam o produto químico também nas proximidades da época de colheita, aplicam vários inseticidas quando apenas um seria suficiente e, de modo geral, exibem o defeito humano bastante comum de deixar de ler as letrinhas miúdas.

Até mesmo as indústrias de produtos químicos reconhecem o frequente uso impróprio de inseticidas e a necessidade de educação

dos fazendeiros. Uma de suas principais revistas especializadas declarou recentemente que “muitos usuários não parecem entender que podem exceder os limites de tolerância ao inseticida se usarem doses mais altas do que as recomendadas. E o uso descuidado de inseticidas em muitas lavouras pode estar baseado em ‘caprichos’ dos fazendeiros”.

Os arquivos da Administração de Alimentos e Medicamentos contêm registros de um número alarmante de tais violações. Alguns poucos exemplos servirão para ilustrar o desprezo pelas instruções: um produtor de alface que aplicou não um, mas oito inseticidas diferentes em sua plantação logo antes da colheita; um expedidor, que usou o letal paratião sobre uma carga de aipos em uma quantidade cinco vezes maior que o máximo recomendado; horticultores que usaram endrina — o mais tóxico de todos os hidrocarbonetos clorados — na alface, embora nenhum resíduo fosse permitido; e a pulverização de espinafres com DDT uma semana antes da colheita.

Há também casos de contaminação casual ou acidental. Grandes quantidades de café verde em sacos de aniagem ficaram contaminadas ao serem transportadas em navios que levavam também uma carga de inseticidas. Os alimentos embalados em armazéns estão sujeitos a seguidos tratamentos com aerossóis de DDT, lindano e outros inseticidas, que podem penetrar através dos materiais da embalagem e se alojar, em quantidades apreciáveis, nos alimentos ali contidos. Quanto mais tempo o alimento permanece no armazém, maior o perigo de contaminação.

Alguém pode perguntar: “Mas o governo não nos protege dessas coisas?” A resposta é: “Só em escala limitada”. As atividades da Administração de Alimentos e Medicamentos na área da proteção ao consumidor contra pesticidas são severamente limitadas por dois

fatores. O primeiro é que ela só tem jurisdição sobre alimentos envolvidos no comércio interestadual; os alimentos que crescem e são vendidos dentro de um mesmo estado estão inteiramente fora de sua esfera de autoridade, independentemente de qual tenha sido a violação. O segundo fator, que limita drasticamente a ação desse órgão, é o pequeno número de inspetores em seus quadros: menos de seiscentos inspetores para desempenhar as mais variadas funções. Segundo um funcionário da Administração de Alimentos e Medicamentos, apenas uma parte infinitesimal dos produtos agrícolas em movimento no comércio interestadual — bem menos do que 1% — pode ser inspecionada com os recursos existentes, e isso não é o bastante para ter significação estatística. Quanto aos alimentos produzidos e vendidos dentro de um mesmo estado, a situação chega a ser pior, pois a maioria dos estados possui leis lamentavelmente inadequadas nesse setor.

O sistema pelo qual a Administração de Alimentos e Medicamentos fixa os limites máximos permissíveis de contaminação, chamados de "tolerâncias", apresenta defeitos óbvios. Sob as condições vigentes, ele fornece uma segurança apenas "no papel", e promove uma impressão completamente injustificada de que limites seguros foram fixados e estão sendo cumpridos. Quanto à segurança de permitir algumas gotas de venenos em nossos alimentos — um pouco disso, um pouco daquilo — muitas pessoas argumentam, com razões bastante convincentes, que nenhum veneno é seguro ou desejável nos alimentos. Ao fixar um nível de tolerância, a Administração de Alimentos e Medicamentos revê os testes efetuados com o veneno em animais de laboratório e depois estabelece um nível máximo de contaminação que é muito inferior ao requerido para produzir sintomas no animal testado. Esse sistema, que se supõe que garanta a segurança, ignora diversos fatos importantes. Um animal de

laboratório, vivendo em condições controladas e altamente artificiais, consumindo certa quantidade de um produto químico específico, é muito diferente de um ser humano cujas exposições a pesticidas não só são múltiplas como, em geral, ignoradas, não mensuráveis e incontroláveis. Mesmo que 7 partes por milhão de DDT na alface da salada do seu almoço fosse "seguro", a refeição inclui outros alimentos, cada um com sua quantidade permitida de resíduos, e os pesticidas em sua comida são, como já vimos, apenas uma parte, e possivelmente uma parte pequena, da sua exposição total. Esse acúmulo de produtos químicos de várias fontes diferentes cria uma exposição total que não pode ser medida. Não há sentido, portanto, em se falar da "segurança" de qualquer quantidade específica de resíduos.

E há outros defeitos. Muitas vezes foram fixadas tolerâncias que não se conformavam aos critérios dos cientistas da Administração de Alimentos e Medicamentos, como no caso citado no Capítulo 14 deste livro, ou com base em um conhecimento inadequado do produto químico em questão. Ao se obterem melhores informações, posteriormente, foram feitas reduções no nível de tolerância, ou então a tolerância foi cancelada, mas só depois que a população havia sido exposta a níveis reconhecidamente perigosos do produto químico por meses ou anos. Isso aconteceu com o heptacloro, ao qual foi atribuída uma tolerância que mais tarde teve de ser revogada. Para alguns produtos químicos, não há um método prático de análise antes que o produto seja registrado para uso. Em consequência, os inspetores se veem frustrados em sua procura de resíduos. Essa dificuldade prejudicou muito o trabalho sobre o "agente químico usado no oxicoco", o aminotriazol. Há uma falta de métodos analíticos também para certos fungicidas de uso comum no tratamento de sementes — sementes que, se não forem usadas até o

fim da estação de plantio, podem muito bem acabar sendo vendidas para nosso consumo.

Na verdade, então, fixar tolerâncias é autorizar a contaminação dos alimentos consumidos pela população com substâncias químicas venenosas a fim de que o horticultor e a indústria de processamento de alimentos possa desfrutar do benefício de uma produção mais barata — e punir o consumidor exigindo que ele mantenha uma atitude de vigilância para garantir que não vá receber uma dose letal. Entretanto, executar o trabalho de vigilância corretamente exigiria verbas além das que qualquer legislador teria coragem de conceder, dado o volume e a toxicidade atuais dos produtos químicos agrícolas. Assim, no fim das contas, o infeliz consumidor paga os impostos, mas, apesar disso, recebe sua cota de venenos.

Qual é a solução? A primeira necessidade é a eliminação das tolerâncias concedidas aos hidrocarbonetos clorados, aos inseticidas do grupo do fósforo orgânico e a outros agentes químicos altamente tóxicos. Objetar-se-á, de imediato, que isso implica colocar um ônus intolerável sobre o fazendeiro. Mas se, como é agora o suposto objetivo, é possível usar produtos químicos de tal forma que eles deixem um resíduo de apenas 7 partes por milhão (a tolerância para o DDT), ou de 1 parte por milhão (a tolerância para o paratião), ou mesmo de apenas 0,1 parte por milhão, como se exige no caso da dieldrina em uma grande variedade de frutas e verduras, então por que não é possível, apenas com um pouco mais de cuidado, evitar a ocorrência de todo e qualquer resíduo? Isso é, de fato, o que se exige para alguns produtos químicos, como o heptacloro, a endrina e a dieldrina em certos cultivos. Se isso é considerado viável nesses casos, por que não em todos?

Mas essa não é uma solução completa ou final, pois uma tolerância zero que fique apenas “no papel” não tem grande valor. Atualmente,

como já vimos, mais de 99% dos alimentos comercializados entre estados passam pelas fronteiras sem inspeção. Uma Administração de Alimentos e Medicamentos vigilante e enérgica, com uma força de inspetores bastante ampliada, é outra necessidade urgente.

Esse sistema, contudo — envenenar deliberadamente nossos alimentos, depois policiar os resultados —, também lembra um personagem de Lewis Carroll, o Cavaleiro Branco, que concebeu "um plano para tingir as suíças de verde, depois usar um leque tão grande que elas não pudessem ser vistas". A resposta definitiva é usar produtos químicos menos tóxicos, de modo que o risco para a população decorrente de seu uso inadequado seja bastante reduzido. Esses produtos químicos já existem: as piretrinas, a rotenona, a riânia e outros derivados de extratos vegetais. Recentemente foram desenvolvidos substitutos sintéticos para as piretrinas, e alguns dos países produtores estão prontos a aumentar a produção desse agente natural conforme as necessidades do mercado. A educação da população a respeito da natureza dos produtos químicos vendidos no mercado é, infelizmente, necessária. O comprador médio fica totalmente confuso diante da variedade disponível de inseticidas, fungicidas e herbicidas, sem que haja forma de saber quais são os letais e quais são os razoavelmente seguros.

Além de efetuarmos essa mudança para pesticidas agrícolas menos perigosos, devemos explorar persistentemente as possibilidades dos métodos não químicos. O uso agrícola de doenças que atacam insetos, causadas por uma bactéria altamente específica para certas espécies de insetos, já está sendo experimentado na Califórnia, e testes mais amplos desse método estão a caminho. Há muitas outras possibilidades para o controle efetivo de insetos por métodos que não deixam resíduos nos alimentos (ver Capítulo 17). Até que haja uma conversão em larga escala para esses métodos, teremos pouco

alívio de uma situação que, por quaisquer padrões de bom senso, é intolerável. A situação em que estamos agora é apenas um pouco melhor do que a dos hóspedes dos Bórgia.

# O Preço Humano

QUANDO A MARÉ de produtos químicos, frutos da Era Industrial, se elevou a ponto de engolfar nosso meio ambiente, uma drástica mudança se operou na natureza dos mais graves problemas de saúde pública. Ainda ontem a humanidade vivia com medo dos flagelos da varíola, do cólera e da peste bubônica que outrora haviam assolado as nações por onde passavam. Agora nossa maior preocupação não é mais com os organismos que causam doenças, antes onipresentes. O saneamento, melhores condições de vida e novos remédios nos deram um grau maior de controle sobre as doenças infecciosas. Hoje estamos preocupados com um tipo diferente de risco que se oculta em nosso meio ambiente — um risco que nós mesmos introduzimos em nosso mundo, à medida que nosso estilo de vida moderno se desenvolveu. Os novos problemas de saúde ambiental são múltiplos: criados pela radiação em todas as suas formas, nascidos da criação interminável de produtos químicos, dos quais os pesticidas são uma parte, esses produtos químicos agora impregnam o mundo em que vivemos, atuando sobre nós direta e indiretamente, individual e coletivamente. Sua presença lança uma sombra que não é menos sinistra pelo fato de ser informe e obscura, não é menos assustadora por ser simplesmente impossível prever os efeitos da exposição, durante a vida toda, a agentes químicos e físicos que não são parte da experiência biológica do ser humano.

"Todos nós vivemos sob o medo constante de que algo possa corromper o meio ambiente a tal ponto que o ser humano se junte aos dinossauros como uma forma obsoleta de vida", diz o dr. David Price, do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos. "E o que

torna esses pensamentos ainda mais perturbadores é o conhecimento de que o nosso destino talvez possa estar selado vinte ou mais anos antes do desenvolvimento de sintomas."

Onde os pesticidas se encaixam no quadro da doença ambiental? Já vimos que agora eles contaminam o solo, a água e os alimentos, que eles têm o poder de tornar nossos rios sem peixes e nossos jardins e bosques silenciosos e sem pássaros. O ser humano, por mais que finja o contrário, é parte da natureza. Será que ele conseguirá escapar de uma poluição que agora está tão amplamente disseminada por nosso mundo?

Sabemos que mesmo exposições isoladas a esses produtos químicos, se a quantidade for grande suficiente, podem precipitar o envenenamento agudo. Mas esse não é o maior problema. A súbita doença ou morte de fazendeiros, operários e pilotos que trabalharam nas pulverizações e de outras pessoas expostas a quantidades significativas de pesticidas são acontecimentos trágicos e não deveriam ocorrer. Para a população como um todo, devemos nos preocupar mais com os efeitos retardados da absorção de pequenas quantidades de pesticidas que contaminam invisivelmente o nosso mundo.

Os funcionários responsáveis pela saúde pública têm observado que os efeitos biológicos dos produtos químicos se acumulam durante longos períodos de tempo, e que o risco para os indivíduos pode depender do total de exposições que recebeu ao longo de sua vida. Por essas mesmas razões, o perigo é facilmente ignorado. Faz parte da natureza humana dar de ombros para o que pode nos parecer uma vaga ameaça de desastre futuro. "As pessoas se impressionam mais facilmente com as doenças que já tiveram manifestações mais óbvias", diz um sábio médico, o dr. René Dubos.

“No entanto, alguns de seus piores inimigos se insinuam da forma mais livre e discreta possível.”

Para cada um de nós, como para o pintarroxo em Michigan ou o salmão no rio Miramichi, esse é um problema de ecologia, de inter-relacionamentos, de interdependência. Nós envenenamos os tricópteros em um rio e os salmões definham e morrem. Nós envenenamos os insetos em um lago e o veneno percorre, de elo em elo, a cadeia alimentar, e logo os pássaros das margens do lago se tornam suas vítimas. Nós pulverizamos inseticidas em nossos olmos e as primaveras que se seguem ficam silenciosas com a ausência do canto do pintarroxo, não porque pulverizamos os pintarroxos diretamente, mas porque o veneno percorreu, passo a passo, o nosso agora familiar ciclo folha de olmo-minhoca-pintarroxo. Esses são fatos que podem ser registrados, observados, parte do mundo visível que nos cerca. Eles refletem a teia da vida — ou da morte — que os cientistas conhecem como ecologia.

Mas existe também uma ecologia do mundo em nosso corpo. Nesse mundo invisível, causas minúsculas produzem efeitos intensos; o efeito, além do mais, muitas vezes parece não ter relação com a causa, manifestando-se em uma parte do corpo distante da área onde ocorreu o dano original. “Uma mudança em um ponto, até mesmo em uma só molécula, pode repercutir ao longo de todo o sistema e desencadear alterações em órgãos e tecidos aparentemente não relacionados”, diz um recente resumo da situação atual da pesquisa médica. Quando se está preocupado com o misterioso e maravilhoso funcionamento do corpo humano, causa e efeito dificilmente são relações simples e facilmente demonstradas. A causa e o efeito podem estar bastante distantes tanto no espaço quanto no tempo. Descobrir a causa da doença e da morte depende de uma recomposição paciente, desenvolvida por meio de uma vasta

pesquisa efetuada em campos bastante separados, de muitos fatos aparentemente distintos e não relacionados.

Estamos acostumados a procurar os efeitos flagrantes e imediatos e a ignorar tudo o mais. A não ser que o efeito apareça de pronto e de forma tão óbvia que não possa ser ignorado, negamos a existência do risco. Até mesmo os pesquisadores enfrentam obstáculos constituídos por métodos inadequados para a detecção do início dos males. A falta de métodos suficientemente refinados para detectar os males antes dos sintomas parece ser um dos maiores problemas não resolvidos na medicina.

Alguém pode objetar: "Eu tenho usado *sprays* de dieldrina no gramado muitas vezes, mas nunca tive convulsões como os pulverizadores da Organização Mundial de Saúde. Logo, ela não me fez nenhum mal". Não é assim tão simples. Apesar da ausência de sintomas súbitos e dramáticos, alguém que lide com tais materiais está, sem dúvida alguma, armazenando materiais tóxicos em seu corpo. O armazenamento dos hidrocarbonetos clorados, como já vimos, é cumulativo, iniciando-se até mesmo com a menor absorção possível. Os materiais tóxicos se alojam em todos os tecidos gordurosos do corpo. Quando o organismo recorre a essas reservas de gordura, o veneno pode atacar rapidamente. Uma revista médica da Nova Zelândia forneceu, recentemente, um exemplo. Um homem em tratamento para a obesidade desenvolveu, subitamente, sintomas de envenenamento. Foram feitos exames e descobriu-se que sua gordura continha depósitos de dieldrina, que haviam sido metabolizados quando ele perdeu peso. Semelhante processo poderia acontecer com a perda de peso por motivo de doença.

Os resultados do armazenamento, em contrapratida, podem ser menos óbvios. Vários anos atrás, a revista da Associação Médica Norte-Americana publicou uma severa advertência sobre os riscos do

armazenamento de inseticidas em tecidos adiposos, observando que os remédios ou os produtos químicos cumulativos exigem maior cautela do que aquelas substâncias que não apresentam tendência a ser armazenadas nos tecidos. O tecido adiposo, a revista nos alerta, não é só um local para o depósito de gordura (que constitui cerca de 18% do peso do nosso corpo), mas desempenha muitas funções importantes com as quais os venenos armazenados podem interferir. Além disso, as gorduras estão amplamente distribuídas nos órgãos e tecidos de todo o corpo, chegando até a serem componentes das membranas das células. É importante lembrar, portanto, que os inseticidas solúveis em gordura são armazenados nas células individuais, onde têm condições de interferir nas funções extremamente vitais e necessárias da oxidação e da produção de energia. Esse importante aspecto do problema será abordado no próximo capítulo.

Um dos fatos mais importantes a respeito dos inseticidas à base de hidrocarboneto clorado é seu efeito sobre o fígado. De todos os órgãos no corpo humano, o fígado é o mais extraordinário. Em sua versatilidade e na natureza indispensável de suas funções, o fígado não tem igual. Ele governa tantas atividades vitais que mesmo o menor dano que venha a sofrer acarreta graves consequências. O fígado não só fornece a bile para a digestão de gorduras como, em virtude de sua localização e dos caminhos circulatórios especiais que para ele convergem, recebe sangue diretamente do aparelho digestivo e está profundamente envolvido no metabolismo de todos os principais alimentos. Armazena açúcar na forma de glicogênio e libera-o como glicose em quantidades cuidadosamente medidas a fim de manter o nível de açúcar no sangue dentro do normal. Constrói as proteínas do corpo, até mesmo alguns elementos essenciais do plasma sanguíneo relacionados com a coagulação do

sangue. Mantém o colesterol em um nível adequado no plasma sanguíneo e desativa os hormônios masculinos e femininos quando estes atingem níveis excessivos. É um armazém de várias vitaminas, algumas das quais contribuem, por sua vez, para o próprio funcionamento do fígado.

Sem um fígado que funcione normalmente, o corpo estaria desarmado — indefeso contra a grande variedade de venenos que o invadem continuamente. Alguns desses venenos são subprodutos normais do metabolismo, que o fígado torna inofensivos rápida e eficazmente ao retirar-lhes o nitrogênio. Todavia, os venenos que não têm lugar normal no corpo humano também podem ser desintoxicados. Os "inofensivos" inseticidas malatião e metoxicloro são menos venenosos que outros agentes aparentados apenas porque uma enzima do fígado se encarrega deles, alterando-lhes as moléculas de tal forma que sua capacidade de causar danos é reduzida. Da mesma forma, o fígado cuida da maioria dos materiais tóxicos aos quais somos expostos.

Nossa linha de defesa contra venenos invasores ou venenos internos está agora enfraquecida e em processo de desintegração. Um fígado danificado por pesticidas não só é incapaz de nos proteger dos venenos, como todo o espectro de suas atividades pode ser prejudicado. Isso não acontece apenas porque as consequências são de grande alcance, mas porque, dada a sua variedade e o fato de que elas podem não ser imediatamente aparentes, sua verdadeira causa pode não ser corretamente determinada.

Em conexão com o uso quase universal de inseticidas que são venenos para o fígado, é interessante notar a brusca elevação no número de casos de hepatite que teve início durante a década de 1950 e prossegue em escalada flutuante. Fala-se também que o número de casos de cirrose está aumentando. Embora seja

reconhecidamente difícil, quando se lida com seres humanos em vez de animais de laboratório, “provar” que a causa A produz o efeito B, o simples bom senso sugere que uma relação entre um número de casos de doenças do fígado em ascensão abrupta e a disseminação de venenos para o fígado no meio ambiente não é coincidência. Quer os hidrocarbonetos clorados sejam a principal causa, quer não, não parece nada sensato, sob as circunstâncias, expormo-nos a venenos que apresentam comprovada capacidade de danificar o fígado e, assim, provavelmente torná-lo menos resistente às doenças.

Os dois maiores grupos de inseticidas, os hidrocarbonetos clorados e os fosfatos orgânicos, afetam diretamente o sistema nervoso, embora de modos um tanto diferentes. Isso se tornou bastante claro em um número infinito de experiências em animais, assim como em observações feitas em seres humanos. Quanto ao DDT, o primeiro dos novos inseticidas orgânicos a ser amplamente empregado, sua ação se concentra sobretudo no sistema nervoso central dos seres humanos: considera-se que o cerebelo e o córtex motor superior sejam as áreas mais afetadas. Sensações anormais como as de pontadas, ardência ou coceira, assim como tremores ou mesmo convulsões, podem se seguir à exposição a quantidades apreciáveis de DDT, segundo um manual padrão de toxicologia.

Nossos primeiros conhecimentos a respeito dos sintomas de envenenamento agudo por DDT foram fornecidos por diversos pesquisadores britânicos, que se expuseram deliberadamente ao produto a fim de estudar as consequências. Dois cientistas do Laboratório de Fisiologia da Real Marinha Britânica expuseram-se à absorção de DDT através da pele por contato direto com paredes cobertas por uma tinta solúvel em água contendo 2% de DDT, revestida por uma fina camada de óleo. O efeito direto sobre o sistema nervoso é evidente em sua eloquente descrição dos sintomas:

> *O cansaço, a sensação de peso e a dor nos membros eram muito reais, e o estado mental era também extremamente perturbador [...] [Havia] uma irritabilidade extrema [...] grande falta de vontade de fazer qualquer tipo de trabalho [...] uma sensação de incompetência mental ao lidar com as mais simples tarefas mentais. As dores nas juntas eram bastante violentas em certos momentos.*

Outro pesquisador britânico que aplicou DDT na pele em solução de acetona relatou uma sensação de peso e dores nos membros, fraqueza muscular e "espasmos de extrema tensão nervosa". Ele tirou alguns dias de férias e melhorou, mas, ao voltar ao trabalho, suas condições se deterioraram. Então passou três semanas na cama, sentindo-se péssimo em decorrência da dor constante nos membros, da insônia, da tensão nervosa e das sensações de aguda ansiedade. Em certos momentos, tremores sacudiam todo o seu corpo — tremores do tipo que agora se tornaram familiares pela visão dos pássaros envenenados por DDT. O pesquisador perdeu dez semanas de trabalho e, no fim de um ano, quando seu caso foi relatado em uma revista médica britânica, sua recuperação ainda não havia sido completa.

(Apesar dessas evidências, vários pesquisadores norte-americanos que faziam uma experiência com DDT com voluntários descartaram as queixas de dores de cabeça e "dores em todos os ossos" como "obviamente de origem psiconeurótica".)

Há agora muitos casos registrados em que tanto os sintomas quanto todo o desenvolvimento da doença apontam para os inseticidas como causa. Em geral, a vítima teve uma exposição reconhecida a um dos inseticidas, seus sintomas se reduziram sob um tratamento que incluiu a exclusão de todos os inseticidas de seu meio ambiente e, o que é mais significativo, os sintomas *retornaram*

*a cada novo contato* com os agentes químicos agressores. Evidências desse tipo constituem, sem que nenhuma outra seja exigida, a base de uma vasta quantidade de terapia médica em muitas outras doenças. Não há razão para que não sirvam como um alerta de que não é mais sensato assumir o "risco calculado" de saturar o nosso meio ambiente com pesticidas.

Por que nem todos os que manejam e aplicam inseticidas desenvolvem os mesmos sintomas? É aqui que entra a questão da sensibilidade individual. Existem algumas evidências de que as mulheres são mais suscetíveis do que os homens; os mais jovens, mais do que adultos; aqueles que levam uma vida sedentária, dentro de casa, mais do que aqueles que levam uma árdua vida de trabalho, ou que se exercitam ao ar livre. Além dessas diferenças, há outras que não são menos reais por serem intangíveis. O que torna uma pessoa alérgica ao pó ou ao pólen, sensível a um veneno ou suscetível a uma infecção enquanto outra não é, constitui um mistério da medicina para o qual até agora não há explicação. O problema existe, não obstante, e afeta uma parcela significativa da população. Alguns médicos estimam que um terço ou mais de seus pacientes mostre sinais de alguma forma de sensibilidade, e que o número está crescendo. E, infelizmente, a sensibilidade pode, de repente, surgir em uma pessoa que antes não a possuía. Na verdade, alguns profissionais da medicina acreditam que exposições intermitentes a produtos químicos podem produzir exatamente tal sensibilidade. Se isso é verdade, pode explicar por que alguns estudos realizados com homens submetidos a uma exposição ocupacional contínua encontraram poucas evidências de efeitos tóxicos. Devido a seu contato constante com os produtos químicos, esses homens se conservavam dessensibilizados — como um médico especialista em

alergias mantém seus pacientes dessensibilizados por meio de seguidas injeções com pequenas quantidades do alergênio.

O problema do envenenamento por pesticidas é imensamente complicado pelo fato de que o ser humano, diferentemente de um animal de laboratório vivendo sob condições rigidamente controladas, nunca é exposto a apenas um produto químico. Entre os principais grupos de inseticidas, e entre eles e outros produtos químicos, ocorrem interações que se revelam potencialmente graves. Quer sejam introduzidos no solo, quer na água, quer no sangue de um ser humano, esses produtos químicos distintos não permanecem segregados: ocorrem modificações misteriosas e invisíveis por meio das quais um altera o potencial de dano do outro.

Ocorrem interações até mesmo entre os dois principais grupos de inseticidas que, em geral, se considera totalmente distintos em sua ação. O poder dos fosfatos orgânicos, aqueles envenenadores da enzima protetora dos nervos, a colinesterase, pode aumentar se o corpo houver sido exposto anteriormente a um hidrocarboneto clorado que ataca o fígado. Isso acontece porque, quando a função do fígado é perturbada, o nível de colinesterase cai abaixo do normal. O adicional efeito depressivo do fosfato orgânico pode, então, ser suficiente para precipitar o surgimento de sintomas agudos. E, como já vimos, os pares dos fosfatos orgânicos podem interagir entre si de forma que aumente sua toxicidade em uma centena de vezes. Outra possibilidade é que os fosfatos orgânicos interajam com diversas drogas, ou com materiais sintéticos, aditivos alimentares — quem poderia dizer com que outras substâncias, entre o infinito número de substâncias artificiais que agora permeiam nosso mundo?

O efeito de um agente químico de natureza supostamente inofensiva pode ser drasticamente alterado pela ação de outro. Um dos melhores exemplos disso é um parente próximo do DDT

chamado metoxicloro. (Na verdade, o metoxicloro pode não ser tão isento de qualidades perigosas como em geral se diz, pois um trabalho recente, baseado em experiências com animais, mostra uma ação direta sobre o útero e um efeito bloqueador sobre alguns dos poderosos hormônios produzidos pela pituitária — o que nos lembra, mais uma vez, de que esses produtos químicos exercem um forte efeito biológico. Outros trabalhos demonstram que o metoxicloro tem uma capacidade potencial de danificar os rins.) Como esse agente não permanece armazenado em grandes quantidades quando o contato se dá exclusivamente com ele, dizem-nos que o metoxicloro é um agente químico inofensivo. Mas isso não é necessariamente verdade. Se o fígado tiver sido afetado por outro agente, o metoxicloro ficará armazenado no corpo em uma proporção cem vezes maior do que a normal, e imitará, então, o DDT, exercendo efeitos de longa duração sobre o sistema nervoso. Não obstante, o dano que isso causa ao fígado pode ser leve a ponto de passar despercebido. Esse dano pode resultar de quaisquer situações corriqueiras — o uso de outro inseticida, o uso de um produto de limpeza contendo tetracloreto de carbono, ou a ingestão de algum dos chamados tranquilizantes, muitos dos quais (mas não todos) são hidrocarbonetos clorados e podem atacar o fígado.

Os danos ao sistema nervoso não se limitam àqueles decorrentes do envenenamento agudo: podem também ser efeitos retardados da exposição. Há relatos de lesões permanentes ao cérebro ou aos nervos devido ao metoxicloro e a outras substâncias semelhantes. A dieldrina, além de suas consequências imediatas, pode ter efeitos retardados que vão da “perda de memória, insônia e pesadelos até a mania”. O lindano, de acordo com descobertas médicas, é armazenado em quantidades significativas no cérebro e nos tecidos funcionais do fígado, e pode induzir “efeitos profundos e duradouros

sobre o sistema nervoso central". Apesar disso, esse produto químico, uma forma do hexacloreto de benzeno, é muito usado em vaporizadores, dispositivos que lançam vapores de inseticida volatilizado em residências, escritórios e restaurantes.

Os fosfatos orgânicos, em geral considerados apenas em relação às suas mais violentas manifestações no envenenamento agudo, têm também o poder de produzir danos físicos duradouros aos tecidos nervosos e, segundo recentes descobertas, induzir desequilíbrios mentais. Vários casos de paralisia retardada se seguiram ao uso de um ou de outro desses inseticidas. Um acontecimento bizarro que teve lugar nos Estados Unidos durante o período da lei seca, por volta de 1930, foi um presságio do que o futuro nos reservava. A causa não foi um inseticida, e sim uma substância que pertence quimicamente ao mesmo grupo dos inseticidas compostos de fosfatos orgânicos. Durante aquele período, certas substâncias medicinais foram convocadas a atuarem como substitutos para o álcool, já que não estavam incluídas nas proibições legais. Uma delas era o gengibre da Jamaica. Mas o produto da *United States Pharmacopeia* [Farmacopeia dos Estados Unidos] era caro, e os contrabandistas de bebidas alcoólicas pensaram em encontrar um substituto para o gengibre da Jamaica. Foram tão bem-sucedidos que seu produto espúrio passou nos testes químicos apropriados e enganou os químicos do governo. Para dar ao falso gengibre o típico sabor picante, eles acrescentaram um produto químico conhecido como fosfato triortocresílico (TOCP). Essa substância química, como o paratião e seus aparentados, destrói a enzima protetora colinesterase. Em consequência do consumo do produto dos contrabandistas, cerca de 15 mil pessoas desenvolveram um tipo de paralisia permanente dos músculos da perna, condição agora chamada "paralisia do gengibre". A paralisia foi acompanhada da

destruição das bainhas dos nervos e da degeneração das células do corno anterior da medula espinhal.

Cerca de duas décadas depois, vários outros fosfatos orgânicos passaram a ser usados como inseticidas, como já vimos, e logo começaram a ocorrer casos que lembravam o episódio da paralisia do gengibre. Um desses casos foi o de um trabalhador de estufa na Alemanha, que ficou paralítico vários meses depois de experimentar sintomas leves de envenenamento em algumas ocasiões após o uso de paratião. Então um grupo de três trabalhadores de uma fábrica de produtos químicos desenvolveu envenenamento agudo devido à exposição a outros inseticidas desse grupo. Após o tratamento, eles se recuperaram, mas dez dias depois dois deles desenvolveram fraqueza muscular nas pernas. Essa situação perdurou por dez meses em um dos trabalhadores. Outra trabalhadora do grupo, uma jovem química, foi afetada mais severamente, tendo paralisia em ambas as pernas e alguns problemas nas mãos e nos braços. Dois anos depois, quando seu caso foi relatado em uma revista especializada de medicina, ela ainda não conseguia andar.

O inseticida responsável por esses casos foi retirado do mercado, mas existe a possibilidade de que alguns daqueles que ainda estão em uso causem danos semelhantes. O malatião (apreciado pelos jardineiros) tem induzido severa fraqueza muscular em experiências com galinhas. Esse efeito foi acompanhado (como no caso da paralisia do gengibre) pela destruição das bainhas do nervo ciático e da medula espinhal.

Todas essas consequências do envenenamento por fosfatos orgânicos, caso a pessoa afetada sobreviva, podem ser um prelúdio de algo pior. Em vista dos graves danos que eles infligem ao sistema nervoso, talvez fosse inevitável que esses inseticidas acabassem sendo vinculados às doenças mentais. Essa vinculação foi informada

recentemente por pesquisadores da Universidade de Melbourne e do Hospital Prince Henry, de Melbourne, que relataram dezesseis casos de doença mental. Todos apresentavam um histórico de exposição prolongada a inseticidas à base de fósforo orgânico. Três desses casos eram de cientistas que estavam verificando a eficácia de pulverizações; oito trabalhavam em estufas; cinco trabalhavam em fazendas. Os sintomas iam desde deficiências de memória até reações esquizofrênicas e depressivas. Todos apresentavam históricos médicos normais antes que os produtos químicos que estavam usando se voltassem contra eles mesmos e os atacassem.

Ecos desse tipo de efeito podem ser encontrados, como já vimos, dispersos por toda a literatura médica, às vezes envolvendo os hidrocarbonetos clorados, outras vezes os fosfatos orgânicos. Confusão, alucinações, perda de memória, mania — um alto preço a pagar pela destruição temporária de uns poucos insetos, mas um preço que continuará a ser cobrado enquanto insistirmos em usar produtos químicos que atacam diretamente nosso sistema nervoso.

# Por uma Janela Estreita

CERTA VEZ, o biólogo George Wald comparou seu trabalho sobre um tema bastante especializado, os pigmentos visuais do olho, a "uma janela muito estreita pela qual, a certa distância, pode-se ver apenas uma fresta de luz. À medida que nos aproximamos, a visão se amplia cada vez mais, até que, finalmente, por essa mesma janela estreita, vemos o universo".

Da mesma forma, apenas quando concentramos nosso foco primeiro nas células individuais do corpo, em seguida nas minúsculas estruturas dentro das células e, finalmente, nas fundamentais reações das moléculas dentro dessas estruturas — apenas quando fazemos isso é que podemos compreender os efeitos mais sérios e de maior alcance da introdução descuidada de agentes químicos estranhos em nosso interior. Só recentemente a pesquisa médica começou a estudar o funcionamento da célula individual na produção da energia, que é a característica indispensável da vida. O extraordinário mecanismo de produção de energia do corpo é básico não só para a saúde como para a vida; transcende em importância até os órgãos mais vitais, pois, sem o funcionamento harmonioso e eficiente da oxidação produtora de energia, o corpo não conseguiria desempenhar nenhuma de suas funções. Entretanto, a natureza de muitos dos produtos químicos empregados contra insetos, roedores e ervas daninhas é tal que pode afetar diretamente esse sistema, prejudicando seu mecanismo de admirável funcionamento.

A pesquisa que levou à nossa atual compreensão da oxidação celular é uma das realizações mais impressionantes de toda a biologia e toda a bioquímica. A lista de pesquisadores que

contribuíram para essa obra inclui muitos vencedores do Prêmio Nobel. Passo a passo, o trabalho vem progredindo há um quarto de século, aproveitando até mesmo trabalhos anteriores para servirem como pedras fundamentais. Ainda não está completo em todos os detalhes. E foi só nesta última década que todas as diversas peças da pesquisa formaram um todo, de modo que a oxidação biológica passasse a integrar o conhecimento comum aos biólogos. Mais relevante ainda é o fato de que os médicos que receberam treinamento básico antes de 1950 tiveram poucas oportunidades de perceber a importância crítica do processo e os riscos decorrentes de sua desestabilização.

O trabalho fundamental de produção de energia é realizado não em qualquer órgão especializado, mas em todas as células do corpo. Uma célula viva, como uma chama, queima combustível para produzir a energia da qual a vida depende. A analogia é mais poética do que exata, pois a célula efetua a "queima" apenas com o calor moderado da temperatura normal do corpo. Contudo, todos esses bilhões de fogueirinhas ardendo brandamente acendem a energia da vida. Se deixassem de arder, "nenhum coração bateria, nenhuma planta cresceria em desafio à gravidade, nenhuma ameba nadaria, nenhuma sensação correria ao longo dos nervos, nenhum pensamento lampejaria no cérebro humano", disse o químico Eugene Rabinowitch.

A transformação da matéria em energia na célula é um processo de fluxo constante, um dos ciclos de renovação da natureza, como uma roda que gira sem cessar. Grão a grão, molécula a molécula, o combustível dos carboidratos, na forma de glicose, é introduzido nessa roda; em sua passagem cíclica, a molécula combustível passa por uma fragmentação e uma série de minúsculas alterações químicas. As alterações são feitas de maneira organizada, passo a

passo, cada passo dirigido e controlado por uma enzima de função especializada responsável por essa ação e nada mais. Em cada passo, a energia é produzida, os detritos (dióxido de carbono e água) são eliminados, e a molécula combustível alterada é transferida para o próximo estágio. Quando a roda completa o ciclo, a molécula combustível já foi reduzida a uma forma na qual está pronta para se combinar com uma nova molécula e, assim, recomeçar o ciclo.

Esse processo no qual as células funcionam como uma fábrica química é uma das maravilhas do mundo vivo. O fato de que todas as partes em funcionamento são de tamanho infinitesimal torna esse milagre ainda mais impressionante. Com poucas exceções, as próprias células são diminutas, vistas apenas com o auxílio de um microscópio. Entretanto, a maior parte do trabalho da oxidação é desempenhada em um teatro muito menor, em minúsculos grânulos dentro das células chamados mitocôndrias. Embora conhecidas há mais de sessenta anos, eram desprezadas antigamente como elementos celulares de função desconhecida e provavelmente destituída de importância. Apenas na década de 1950, seu estudo se tornou um campo excitante e fértil de pesquisa; subitamente elas começaram a atrair tanta atenção que mil artigos sobre o assunto apareceram em um período de cinco anos.

Mais uma vez, é de admirar a engenhosidade e a paciência maravilhosas com as quais o mistério da mitocôndria foi solucionado. Imagine uma partícula tão pequena que mal se pode ver, mesmo através de um microscópio que a amplie trezentas vezes. Em seguida, imagine a habilidade exigida para isolar essa partícula, subdividi-la, analisar-lhe os componentes e determinar seu funcionamento altamente complexo. Entretanto, isso foi feito com a ajuda do microscópio eletrônico e das técnicas da bioquímica.

Agora se sabe que as mitocôndrias são pequenos pacotes de enzimas, um sortimento variado que inclui todas as enzimas necessárias para o ciclo oxidativo, dispostas em formação precisa e ordenada em paredes e partições. As mitocôndrias são as “usinas geradoras” nas quais ocorre a maior parte das reações de produção de energia. Depois que os primeiros e preliminares passos da oxidação são executados no citoplasma, a molécula combustível é levada para dentro da mitocôndria. É ali que a oxidação é completada; é ali que quantidades enormes de energia são liberadas.

As rodas da oxidação, girando sem parar dentro das mitocôndrias, seriam de pouca utilidade se não fosse por esse resultado tão importante. A energia produzida em cada estágio do ciclo oxidativo apresenta-se em uma forma chamada familiarmente pelos bioquímicos de trifosfato de adenosina (ATP), uma molécula que contém três grupos de fosfatos. O papel do ATP no fornecimento de energia decorre do fato de que ele é capaz de transferir um de seus grupos de fosfatos a outras substâncias, com a energia de suas ligações de elétrons que se deslocam de um lado para o outro em alta velocidade. Dessa forma, em uma célula de músculo, a energia de contração é obtida quando um grupo terminal de fosfatos é transferido para o músculo que se contrai. Assim, ocorre um outro ciclo — um ciclo dentro de outro ciclo: uma molécula de ATP cede um de seus grupos de fosfatos e conserva somente dois, tornando-se uma molécula de disfosfato, ou ADP. Mas, com o girar contínuo da roda, um grupo de fosfato é acrescentado, e o potente ATP é restaurado. Costuma-se usar a analogia da bateria recarregável: o ATP representa a bateria carregada, o ADP a bateria descarregada.

O ATP é a moeda universal da energia — encontrada em todos os organismos, desde os micróbios até o ser humano. Fornece energia mecânica às células dos músculos; energia elétrica às células dos

nervos. O espermatozoide; o óvulo fertilizado pronto para a enorme explosão de atividade que o transformará em um sapo, uma ave ou uma criança humana; a célula que deve criar um hormônio — todos são abastecidos com ATP. Parte da energia do ATP é usada na mitocôndria, mas a maior parte é imediatamente enviada para dentro da célula a fim de fornecer força para outras atividades. A localização das mitocôndrias dentro de certas células diz muito sobre a função delas, já que as mitocôndrias estão dispostas de forma que a energia possa ser entregue precisamente onde é necessária. Nas células dos músculos, elas se aglomeram em torno das fibras que se contraem; nas células nervosas, são encontradas na junção com outra célula, suprindo energia para a transferência dos impulsos; nos espermatozoides, estão concentradas no ponto em que a cauda responsável pela motilidade liga-se à cabeça.

O carregamento da bateria, quando o ADP e um grupo livre de fosfatos são combinados para restaurar o ATP, é agregado ao processo oxidativo; a união é conhecida como fosforilação acoplada. Se a combinação sofre desacoplamento, perde-se o meio de fornecer energia utilizável. A respiração continua, mas nenhuma energia é produzida. A célula torna-se um motor de carro acelerado com a marcha em ponto morto, gerando calor, mas sem transmitir potência. Desse modo, o músculo não consegue mais se contrair, e o impulso não corre ao longo das vias nervosas. O espermatozoide não é capaz de se mover até seu destino; o óvulo fertilizado não consegue completar suas complexas divisões e desenvolvimentos. As consequências do desacoplamento poderiam, de fato, ser desastrosas para qualquer organismo, desde o embrião até o adulto: com o tempo, poderiam levar à morte do tecido, ou mesmo do organismo.

Como ocorre o desacoplamento? A radiação é um desacoplador, e alguns consideram que a morte das células expostas à radiação

acontece dessa maneira. Infelizmente, grande quantidade de produtos químicos também tem o poder de separar a oxidação da produção de energia, e os inseticidas e os exterminadores de ervas daninhas estão bem representados nessa lista. Os fenóis, como já vimos, exercem um efeito poderoso sobre o metabolismo, provocando um aumento potencialmente fatal de temperatura; isso é causado pelo efeito do "motor acelerado com a marcha em ponto morto" que ocorre no desacoplamento. Os dinitrofenóis e os pentaclorofenóis são exemplos desse grupo de produtos amplamente empregados como herbicidas. Outro desacoplador entre os herbicidas é o 2,4-D. Dos hidrocarbonetos clorados, o DDT é um desacoplador comprovado, e estudos mais aprofundados provavelmente revelarão outros entre esse grupo.

Todavia, o desacoplamento não é a única maneira de extinguir as "fogueirinhas" em algumas ou mesmo em todos os bilhões de células do corpo. Vimos que cada passo da oxidação é dirigido e promovido por uma enzima específica. Quando qualquer uma dessas enzimas — mesmo que só uma delas — é destruída ou enfraquecida, o ciclo da oxidação dentro da célula é interrompido. Não faz diferença qual enzima é afetada. A oxidação avança em um ciclo, como uma roda a girar. Se enfiarmos um pé de cabra entre os raios da roda, não faz diferença entre quais raios o introduzimos; de qualquer jeito, a roda para de girar. Da mesma forma, se destruirmos uma enzima que atua em qualquer ponto do ciclo, a oxidação cessa. Não haverá mais produção de energia, de maneira que o efeito final é muito similar ao desacoplamento.

O pé de cabra que detém as rodas da oxidação pode ser fornecido por qualquer um dos muitos produtos químicos usados normalmente como pesticidas. Descobriu-se que o DDT, o metoxicloro, o malatião, a fenotiazina e vários compostos de dinitro estão entre os numerosos

pesticidas que inibem uma ou mais enzimas relacionadas ao ciclo da oxidação. Essas substâncias, portanto, aparecem como agentes potencialmente capazes de bloquear todo o processo de produção de energia e de privar as células de oxigênio utilizável. Esse é um mal com consequências das mais desastrosas, entre as quais só algumas podem ser mencionadas aqui.

Recorrendo ao simples expediente de retirar sistematicamente o oxigênio, os pesquisadores fizeram que células normais se transformassem em células cancerosas, como veremos no próximo capítulo. Algumas sugestões de outras consequências drásticas de se privar uma célula de oxigênio podem ser vistas em experiências com animais, ao se estudarem embriões em desenvolvimento. Com oxigênio insuficiente, os processos bem ordenados, pelos quais os tecidos crescem e os órgãos se desenvolvem, são perturbados; ocorrem então malformações e outras anomalias. É de supor que o embrião humano privado de oxigênio possa desenvolver também deformidades congênitas.

Há sinais de que esteja ocorrendo um aumento em tais desastres, embora poucos investiguem o bastante para descobrir todas as causas. Em um dos presságios mais desagradáveis destes tempos, o Escritório Nacional de Estatísticas Vitais iniciou, em 1961, uma contagem de deformidades de nascença nos Estados Unidos, com o comentário explicativo de que as estatísticas resultantes forneceriam dados necessários sobre a incidência de malformações congênitas e das circunstâncias em que estas ocorreram. Não há dúvida de que esses estudos serão dirigidos, em grande parte, à medição dos efeitos das radiações, mas não se deve esquecer que muitos agentes químicos são parceiros das radiações, produzindo exatamente os mesmos efeitos. Algumas das deficiências e das malformações nas crianças de amanhã, previstas sombriamente pelo Escritório

Nacional de Estatísticas Vitais, serão causadas quase certamente por esses agentes químicos que permeiam os nossos mundos exterior e interior.

É bem possível que algumas das descobertas sobre a diminuição da reprodução também estejam ligadas à interferência na oxidação biológica, e o resultante esgotamento de todas as baterias recarregáveis de ATP, de importância tão fundamental. O óvulo, antes mesmo da fertilização, precisa ser generosamente abastecido de ATP, pronto e à espera do enorme esforço, ou seja, o vasto dispêndio de energia que será exigido uma vez que o espermatozoide tenha entrado e que a fertilização tenha ocorrido. Se o espermatozoide conseguirá alcançar e penetrar o óvulo irá depender de seu próprio estoque de ATP, gerado nas mitocôndrias densamente acumuladas no "pescoço" do espermatozoide. Uma vez que a fertilização tenha sido efetuada e a divisão celular se inicie, o estoque de energia na forma de ATP será um dos principais fatores a determinar se o desenvolvimento do embrião chegará a termo. Os embriologistas, ao analisarem alguns dos objetos de estudo mais apropriados para isso, os ovos dos sapos e dos ouriços-do-mar, descobriram que, se a quantidade de ATP fica abaixo de um certo nível crítico, o ovo simplesmente para de se dividir e morre em seguida.

Não é um passo impossível, aquele que leva do laboratório de embriologia até a macieira onde um ninho de pintarroxo abriga um conjunto de ovos verde-azulados. Só que os ovos estão frios: as fogueirinhas da vida que tremeluziram por alguns dias estão agora extintas. Outro passo poderia nos levar até a copa de um alto pinheiro da Flórida, onde uma vasta pilha de gravetos e galhos em ordenada desordem contém três grandes ovos brancos, frios e sem vida. Por que os pintarroxos e os filhotes de águia não nasceram?

Será que os ovos dos pássaros, como aqueles dos sapos de laboratório, pararam de se desenvolver simplesmente porque não tinham reservas suficientes da moeda comum da energia — as moléculas de ATP — para completar seu desenvolvimento? E será que a falta de ATP ocorreu porque no corpo das aves geradoras e nos ovos havia inseticida acumulado em quantidade suficiente para deter as pequenas rodas da oxidação, das quais depende o fornecimento de energia?

Já não é necessário fazermos adivinhações a respeito do acúmulo de inseticidas nos ovos dos pássaros, pois estes obviamente se prestam mais a esse tipo de observação do que os óvulos dos mamíferos. Altos resíduos de DDT e de outros hidrocarbonetos foram encontrados em todos os testes efetuados em ovos de pássaros expostos a esses agentes químicos, quer experimentalmente, quer na natureza. E as concentrações encontradas costumam ser elevadas. Em um teste feito na Califórnia, ovos de faisões continham até 349 partes por milhão de DDT. Em Michigan, os ovos extraídos dos ovidutos de pintarroxos mortos por envenenamento com DDT acusaram concentrações de até 200 partes por milhão. Outros ovos foram recolhidos em ninhos abandonados por pintarroxos-pais que foram afetados pelo veneno; também esses continham DDT. As galinhas envenenadas pela aldrina aplicada em uma fazenda vizinha passaram a substância química para os ovos; galinhas que foram alimentadas experimentalmente com DDT botaram ovos contendo até 65 partes por milhão.

Sabendo que o DDT e outros (talvez todos) hidrocarbonetos clorados interrompem o ciclo de produção de energia ao desativar uma enzima específica, ou ao desacoplar o mecanismo de produção de energia, é difícil ver como qualquer ovo tão carregado com esses resíduos poderia completar o complexo processo de

desenvolvimento: o número infinito de divisões celulares, a elaboração dos tecidos e dos órgãos, a síntese das substâncias vitais que, no fim, produzem uma criatura viva. Tudo isso requer vastas quantidades de energia — os pequenos pacotes de ATP que só o girar da roda metabólica é capaz de produzir.

Não há motivo para supor que esses eventos desastrosos se limitem às aves. O ATP é a moeda universal da energia, e os ciclos metabólicos que o produzem giram com a mesma finalidade em aves e bactérias, em seres humanos e ratos. O fato de o inseticida se acumular nas células germinativas de quaisquer espécies deveria, portanto, nos inquietar, sugerindo efeitos comparáveis nos seres humanos.

E há indicações de que esses agentes químicos se alojam nos tecidos relacionados à fabricação de células germinativas, tanto quanto nas próprias células. Estão sendo encontradas acumulações de inseticidas nos órgãos sexuais de diversas aves e mamíferos — em faisões, camundongos e porquinhos-da-índia sob condições controladas, em pintarroxos em uma área pulverizada contra a grafiose, e em cervos vagueando pelas florestas do Oeste dos Estados Unidos, pulverizadas na campanha de combate ao tortricídeo. Em um dos pintarroxos, a concentração de DDT nos testículos era maior do que em qualquer outra parte do corpo. Os faisões também acumularam quantidades extraordinárias nos testículos, chegando a 1.500 partes por milhão.

Provavelmente como efeito desse acúmulo nos órgãos sexuais, observou-se em experimentos a atrofia dos testículos em mamíferos. Ratos jovens expostos ao metoxicloro possuíam testículos extraordinariamente pequenos. Quando galos jovens foram alimentados com DDT, os testículos atingiram apenas 18% do crescimento normal; as cristas e as papadas, cujo desenvolvimento

depende do hormônio testicular, alcançavam apenas um terço do tamanho normal.

Os próprios espermatozoides podem muito bem ser afetados pela perda de ATP. As experiências mostram que a motilidade espermática do touro é reduzida pelo dinitrofenol, que interfere no mecanismo de acoplamento da energia, com inevitável perda de energia. O mesmo efeito seria provavelmente observado em relação a outros agentes químicos, caso o assunto fosse investigado. Alguma indicação do possível efeito sobre os seres humanos é vista nos relatórios médicos sobre oligospermia, ou produção reduzida de espermatozoides, entre os que trabalham com a pulverização aérea de DDT.

Para a humanidade como um todo, um bem infinitamente mais valioso do que a vida individual é nossa herança genética, nosso elo com o passado e com o futuro. Moldados por muitas eras de evolução, nossos genes não apenas fazem de nós o que somos, como contêm em seus minúsculos corpos o futuro — seja este promissor ou ameaçador. Entretanto, a deterioração genética por meio de agentes criados pelo ser humano é a ameaça dos nossos tempos, “o último e maior perigo à nossa civilização”.

Mais uma vez, o paralelo entre os produtos químicos e as radiações é exato e inescapável.

A célula viva assaltada pela radiação sofre uma variedade de danos: pode ter destruída sua habilidade de se dividir normalmente, pode sofrer alterações na estrutura dos cromossomos, ou os genes, que carregam o material hereditário, pode passar por mudanças súbitas, conhecidas como mutações, que farão que produza novas características nas gerações seguintes. Se for especialmente suscetível, a célula pode morrer de imediato, ou finalmente, após um período da ordem de anos, pode se tornar maligna.

Todas essas consequências das radiações têm sido reproduzidas em estudos em laboratório com o auxílio de um grande grupo de produtos químicos conhecidos como radiomiméticos, ou seja, que imitam as radiações. Muitos agentes químicos usados como pesticidas — herbicidas, assim como inseticidas — pertencem a esse grupo de substâncias que têm a capacidade de danificar os cromossomos, interferir na divisão celular normal ou causar mutações. Esses danos ao material genético são de um tipo que pode induzir doenças no indivíduo exposto, ou fazer que seus efeitos sejam sentidos nas gerações futuras.

Há poucas décadas, ninguém conhecia esses efeitos da radiação ou dos produtos químicos. Naqueles dias, o átomo ainda não havia sido dividido, e poucas substâncias químicas capazes de reproduzir os efeitos da radiação haviam sido criadas nos tubos de ensaio dos cientistas. Então, em 1927, um professor de zoologia de uma universidade do Texas, o dr. H. J. Muller, descobriu que, ao expor um organismo aos raios X, era possível produzir mutações em gerações subsequentes. Com a descoberta de Muller, abriu-se um novo e vasto campo de conhecimento científico e médico. Muller recebeu, mais tarde, o Prêmio Nobel de Medicina por seu feito; em um mundo que logo ganharia uma infeliz familiaridade com as chuvas cinzentas das precipitações radiativas, até os que não são cientistas sabem agora os resultados potenciais da radiação.

Embora muito menos notada, uma descoberta associada foi feita por Charlotte Auerbach e William Robson na Universidade de Edimburgo, no início da década de 1940. Trabalhando com gás mostarda, eles descobriram que essa substância química produz anomalias cromossômicas permanentes que não se consegue diferenciar daquelas induzidas por radiação. Testado na mosca-das-frutas, o mesmo organismo que Muller usou em seu trabalho original

com raios X, o gás mostarda também produziu mutações. Assim foi descoberto o primeiro agente químico mutagênico.

O gás mostarda, como agente mutagênico, é hoje parte de uma longa lista de outras substâncias químicas que sabemos serem capazes de alterar o material genético em plantas e animais. Para entender como os produtos químicos podem alterar o curso da hereditariedade, devemos primeiro observar o drama básico da vida como é encenado no palco da célula viva.

As células que compõem os tecidos e os órgãos do corpo precisam ter a capacidade de aumentar em número, para que o corpo cresça e que o rio da vida continue fluindo de geração em geração. Isso é obtido graças ao processo de mitose, ou divisão nuclear. Em uma célula prestes a se dividir, mudanças da maior importância ocorrem — primeiro dentro do núcleo, depois, finalmente, em toda a célula. Dentro do núcleo, os cromossomos movem-se e dividem-se misteriosamente, dispondo-se em padrões estabelecidos em antigas eras e que servirão para distribuir os determinantes da hereditariedade, os genes, para as células-filhas. A princípio, os cromossomos assumem a forma de fios alongados, nos quais os genes são alinhados como contas em um fio. Em seguida, cada cromossomo se divide longitudinalmente (e os genes se dividem também). Quando a célula se divide em duas, cada metade do cromossomo vai para uma das células-filhas. Dessa maneira, todas as células novas conterão um conjunto completo de cromossomos, e toda a informação genética codificada dentro deles. Assim a integridade da raça e da espécie é preservada; assim o semelhante gera o semelhante.

Um tipo especial de divisão celular ocorre na formação das células germinativas. Como o número de cromossomos de uma dada espécie é constante, o óvulo e o espermatozoide, que vão se unir para formar

um novo indivíduo, devem levar para o momento da união apenas a metade do número da espécie. Isso é obtido com extraordinária precisão por meio de uma alteração no comportamento dos cromossomos que ocorre em uma das divisões que produzem essas células. Nesse momento, os cromossomos não se dividem, mas um cromossomo inteiro de cada par entra em cada célula-filha.

Nesse drama elementar, toda vida é revelada como uma só. Os eventos do processo de divisão celular são comuns a toda a vida na Terra; nem os seres humanos nem as amebas, nem a sequoia gigante nem o mais simples levedo conseguem existir por muito tempo sem levar adiante esse processo de divisão celular. Qualquer coisa que perturbe a mitose é, portanto, uma grave ameaça ao bem-estar do organismo afetado e a seus descendentes.

"Os aspectos principais da organização celular, inclusive, por exemplo, a mitose, devem ter bem mais de 500 milhões de anos — provavelmente quase um bilhão de anos", escreveu George Gaylord Simpson, com seus colegas, Pittendrigh e Tiffany, em seu livro bastante abrangente intitulado *Life*. "Nesse sentido, o mundo da vida, embora certamente frágil e complexo, é incrivelmente duradouro — mais duradouro do que as montanhas. Essa durabilidade depende totalmente da precisão quase inacreditável com que a informação herdada é copiada de geração para geração."

No entanto, em todos os milhões ou bilhões de anos imaginados por esses autores, nenhuma ameaça atingiu essa "precisão inacreditável" tão diretamente e com tanta força quanto a ameaça, surgida em meados do século XX, da radiação produzida pelos seres humanos e dos produtos químicos criados e disseminados por eles. *Sir* Macfarlane Burnet, ilustre médico australiano e vencedor do Prêmio Nobel, considera "um dos aspectos médicos mais significativos" de nossa época o fato de que,

*em consequência de procedimentos terapêuticos cada vez mais poderosos e da produção de substâncias químicas estranhas às nossas experiências biológicas, as barreiras protetoras normais que mantêm os agentes mutagênicos longe dos órgãos internos têm sido violadas com frequência cada vez maior.*

O estudo dos cromossomos humanos está na sua infância, e apenas recentemente tornou-se possível estudar o efeito dos fatores ambientais sobre eles. Foi só a partir de 1956 que novas técnicas tornaram possível determinar com precisão o número de cromossomos na célula humana — 46 — e observá-los com detalhamento suficiente para que se pudesse detectar a presença ou ausência de cromossomos inteiros, ou mesmo de partes de cromossomos. Todo o conceito de dano genético causado por algo no meio ambiente é também relativamente novo, e ainda pouco compreendido — a não ser pelos geneticistas, cujo conselho muito raramente é buscado. O perigo das radiações em suas várias formas é agora razoavelmente bem conhecido — embora ainda negado em áreas surpreendentes. O dr. Muller teve muitas vezes a oportunidade de lamentar a "resistência à aceitação dos princípios genéticos da parte de tantos, não apenas de funcionários do governo encarregados da formulação de políticas, como também de muitos profissionais da área médica". O fato de que as substâncias químicas podem desempenhar um papel similar ao da radiação ainda não penetrou na consciência da população, nem na consciência da maioria dos que trabalham no campo da medicina e da ciência. Por esse motivo, o papel das substâncias químicas no uso geral (em vez de em experimentos em laboratório) ainda não foi avaliado. É extremamente importante que isso seja feito.

*Sir* Macfarlane não é o único a fazer essa avaliação do perigo potencial. O dr. Peter Alexander, importante autoridade britânica,

disse que as substâncias químicas radiomiméticas “podem muito bem representar um perigo maior” do que a radiação. O dr. Muller, com a perspectiva obtida por décadas de notáveis trabalhos em genética, adverte que vários substâncias químicas (inclusive grupos representados por pesticidas)

> *podem aumentar a frequência das mutações tanto quanto as radiações [...] Até o momento, pouco se sabe sobre até que ponto os nossos genes, sob as condições modernas de exposição a substâncias químicas incomuns, estão sendo submetidos a essas influências mutagênicas.*

O amplo desprezo pelo problema dos agentes químicos mutagênicos talvez se deva ao fato de que os primeiros mutagênicos descobertos eram de interesse apenas científico. Afinal de contas, a mostarda nitrogenada não é pulverizada sobre populações inteiras pelo ar; seu uso está nas mãos de biólogos experimentais ou de médicos que a usam na terapia contra o câncer. (Um caso de dano cromossômico em um paciente que recebeu esse tipo de terapia foi relatado recentemente.) Mas os inseticidas e exterminadores de ervas daninhas *são* postos em contato com um grande número de pessoas.

Apesar da atenção escassa que tem sido dada à questão, é possível reunir informações específicas sobre alguns desses pesticidas, demonstrando que eles interferem nos procedimentos vitais das células de maneiras que vão de um leve dano aos cromossomos até a mutação do gene, e com consequências que se estendem até o supremo desastre de um tumor maligno.

Os mosquitos expostos ao DDT por várias gerações transformaram-se em estranhas criaturas chamadas ginandromorfos — contendo partes masculinas e femininas simultaneamente.

As plantas tratadas com vários fenóis sofreram uma destruição profunda dos cromossomos, alterações nos genes, uma quantidade incrível de mutações e “mudanças hereditárias irreversíveis”. As mutações também ocorreram na mosca-das-frutas — ou drosófila, a clássica cobaia usada nos experimentos genéticos — quando submetidas ao fenol. Sob exposição a um dos herbicidas comuns ou ao uretano, as drosófilas desenvolveram mutações tão prejudiciais que não sobreviveram. O uretano pertence ao grupo de substâncias químicas chamadas carbamatos, dos quais deriva um número cada vez maior de inseticidas e outros produtos químicos empregados na agricultura. Dois dos carbamatos são, na verdade, usados para impedir a germinação das batatas armazenadas — precisamente por causa do efeito comprovado dessas substâncias de deter a divisão celular. Outro agente que impede a germinação, a hidrazida maleica, é classificado como um poderoso mutagênico.

As plantas tratadas com hexacloreto de benzeno (BHC) ou com lindano tornaram-se monstruosamente deformadas, com inchaços semelhantes a tumores nas raízes. As células incharam porque os cromossomos dobraram em número. A duplicação continuou em divisões subsequentes até que a divisão celular se tornou mecanicamente impossível.

O herbicida 2,4-D também produziu inchaços semelhantes a tumores nas plantas tratadas. Os cromossomos se tornaram curtos e grossos, e se aglomeraram. A divisão celular foi seriamente retardada. Diz-se que o efeito geral é bastante próximo daquele produzido pelos raios X.

Esses são apenas alguns exemplos; muitos mais poderiam ser citados. Até agora, não se fez nenhum estudo abrangente que testasse os efeitos mutagênicos dos pesticidas. Os fatos citados acima

são subprodutos de pesquisas em fisiologia celular ou genética. O que se precisa urgentemente é de um ataque direto ao problema.

Alguns cientistas que estão dispostos a admitir o efeito potencial da radiação ambiental sobre o ser humano põem em dúvida, apesar disso, a capacidade de os agentes químicos mutagênicos terem, em termos práticos, o mesmo efeito. Eles citam o grande poder de penetração da radiação, mas duvidam de que os produtos químicos consigam alcançar as células germinativas. Mais uma vez, nosso progresso é retardado pelo fato de que têm havido poucas investigações diretas a respeito do problema nos seres humanos. Todavia, a descoberta de grandes resíduos de DDT nas gônadas e nas células germinativas de pássaros e mamíferos é uma forte evidência de que os hidrocarbonetos clorados, pelo menos, não apenas se espalham amplamente pelo corpo como também entram em contato com o material genético. O professor David E. Davis, da Universidade Estadual da Pensilvânia, descobriu recentemente que uma poderosa substância química que impede as células de se dividirem e que tem tido seu uso limitado à terapia contra o câncer pode ser usada também para causar esterilidade em pássaros. Os níveis subletais dessa substância interrompem a divisão celular nas gônadas. O professor Davis teve algum sucesso em experiências de campo. É evidente, então, que há pouca base para a esperança ou a crença de que as gônadas de qualquer organismo estejam protegidas contra as substâncias químicas no meio ambiente.

As descobertas médicas recentes na área de anomalias cromossômicas são de extremo interesse e importância. Em 1959, várias equipes britânicas e francesas de pesquisadores viram que seus estudos independentes apontavam para uma conclusão comum — a de que alguns dos males da humanidade são causados por um distúrbio no número normal de cromossomos. Em certas doenças e

anomalias estudadas por esses pesquisadores, o número diferia do normal. Por exemplo: agora se sabe que todos os casos típicos da síndrome de Down têm um cromossomo extra. Ocasionalmente, esse cromossomo extra está ligado a um outro, de modo que o número de cromossomos continua sendo o normal, 46. Normalmente, porém, aquele cromossomo extra se encontra separado, totalizando 47. Nesses indivíduos, a causa original do defeito deve ter ocorrido na geração precedente àquela do seu aparecimento.

Um mecanismo diferente parece atuar em alguns pacientes, tanto nos Estados Unidos quanto na Grã-Bretanha, que sofrem de uma forma crônica de leucemia. Descobriu-se que esses pacientes apresentam uma anomalia cromossômica constante em algumas das células sanguíneas. A anomalia consiste na perda de parte de um cromossomo. Nesses pacientes, as células da pele contam com um conjunto normal de cromossomos. Isso indica que o defeito cromossômico não ocorreu nas células germinativas que geraram esses indivíduos, mas representa um dano a determinadas células (neste caso, as precursoras das células sanguíneas) que ocorreu durante a vida do indivíduo. A perda de parte de um cromossomo talvez tenha privado essas células das “instruções” de comportamento normal.

A lista de anomalias ligadas a distúrbios cromossômicos tem aumentado com rapidez surpreendente desde a abertura desse novo campo, até aqui além dos limites da pesquisa médica. Uma delas, conhecida como síndrome de Klinefelter, envolve uma duplicação de um dos cromossomos sexuais. O indivíduo resultante pertence ao sexo masculino, mas, devido ao fato de ter dois cromossomos X (tornando-se XXY em vez de XY, o cariótipo masculino normal), ele apresenta anomalias. Altura excessiva e deficiências mentais muitas vezes acompanham a esterilidade causada por essa condição. Em

contraste, o indivíduo que recebe apenas um cromossomo sexual (tornando-se XO em vez de XX ou XY), é, na verdade, do sexo feminino, mas carece de muitas das características sexuais secundárias. A condição é acompanhada de várias deficiências físicas (e às vezes mentais), pois, evidentemente, o cromossomo X contém os genes que determinam várias características. Esse caso é conhecido como síndrome de Turner. Ambas as condições foram descritas na literatura médica muito antes que a sua causa fosse conhecida.

Uma quantidade imensa de trabalhos sobre o tema das anomalias cromossômicas está sendo feita em muitos países. Um grupo da Universidade de Wisconsin, liderado pelo dr. Klaus Patau, tem-se concentrado em certa variedade de anomalias congênitas, inclusive a deficiência mental, que parecem resultar da duplicação de apenas parte de um cromossomo, como se em algum ponto da formação de uma das células germinativas um cromossomo se houvesse quebrado e as peças não tivessem se redistribuído adequadamente. É provável que um acidente assim interfira no desenvolvimento normal do embrião.

De acordo com o conhecimento atual, a ocorrência de um cromossomo inteiro extra no corpo geralmente é letal, impedindo a sobrevivência do embrião. Sabe-se de apenas três condições que são viáveis; uma delas, é claro, é a síndrome de Down. A presença adicional de um fragmento ligado, por outro lado, embora seriamente prejudicial, não é necessariamente fatal. Segundo os pesquisadores de Wisconsin, essa situação pode muito bem explicar parte substancial dos casos até então não explicados nos quais uma criança nasce com deficiências múltiplas, incluindo-se a deficiência mental.

Esse é um campo de estudo tão novo que, até o momento, os cientistas têm-se preocupado mais com a identificação das anomalias cromossômicas associadas às doenças e ao desenvolvimento deficiente do que em especular sobre as causas. Seria imprudente supor que qualquer agente isolado seja o responsável pelos danos aos cromossomos, ou por causar seu comportamento errático durante a divisão celular. Mas será que podemos nos dar ao luxo de ignorar o fato de que estamos agora enchendo o meio ambiente com produtos químicos capazes de atingir diretamente os cromossomos, afetando-os exatamente de modo que provoque essas condições? Não será esse um preço alto demais a se pagar por uma batata que não germine ou um pátio sem mosquitos?

Podemos, se desejarmos, reduzir essa ameaça à nossa herança genética, um bem que nos chegou ao longo de uns dois bilhões de anos de evolução e seleção de protoplasma vivo, um bem que só é nosso neste momento, até que o passemos adiante para as gerações que se seguirem. Estamos fazendo muito pouco agora para preservar a integridade desse bem. Embora os fabricantes de produtos químicos sejam obrigados, por lei, a testar a toxicidade dos materiais que produzem, esses fabricantes não são obrigados a realizar testes que demonstrem, de forma confiável, os efeitos genéticos desses produtos e, assim, não fazem esses testes.

# Um em Cada Quatro

A BATALHA dos seres vivos contra o câncer começou há tanto tempo que as suas origens se perdem no tempo. Mas deve ter começado em um meio ambiente natural, em que todo ser vivo que habitava a Terra estava sujeito, para o bem ou para o mal, a influências que se originavam do Sol, das tempestades e da antiga natureza da Terra. Alguns dos elementos desse meio ambiente criaram riscos aos quais a vida precisava adaptar-se, sob pena de perecer. A radiação ultravioleta do Sol pode causar doenças malignas. Isso também acontece com as radiações de certas rochas, ou com o arsênico lavado do solo ou das rochas, que pode contaminar os alimentos ou os reservatórios de água.

O meio ambiente continha esses elementos hostis antes mesmo que a vida existisse; apesar disso, a vida surgiu e, ao longo de milhões de anos, veio a existir em uma quantidade infinita e em uma variedade interminável. Ao longo de éons do vagaroso tempo que caracteriza a natureza, a vida chegou a um ajuste com as forças destrutivas à medida que a seleção eliminava os menos adaptados e só permitia a sobrevivência dos mais resistentes. Esses agentes naturais causadores de câncer ainda são um fator na produção de doenças malignas; contudo, são pouco numerosos e pertencem àquele conjunto de antigas forças às quais a vida vem se acostumando desde o início de sua existência.

Com o surgimento do ser humano, a situação começou a mudar, pois ele é a única entre todas as formas de vida que consegue criar substâncias causadoras de câncer — as quais, na terminologia médica, são chamadas de carcinógenas. Alguns poucos carcinógenos

têm feito parte do meio ambiente durante séculos. Um exemplo é a fuligem, que contém hidrocarbonetos aromáticos. Com o alvorecer da era industrial, o mundo se tornou um local de mudança contínua e em aceleração constante. O meio ambiente natural foi rapidamente substituído por outro artificial, composto de novos agentes químicos e físicos, dos quais muitos apresentam poderosas capacidades de induzir mudanças biológicas. Contra esses carcinógenos criados por suas próprias atividades, o ser humano não tinha proteção, pois, mesmo que sua herança biológica houvesse evoluído lentamente, sua adaptação às novas condições era igualmente lenta. Em decorrência, essas substâncias poderosas podem penetrar facilmente nas defesas inadequadas de seu corpo.

A história do câncer é longa, mas nosso reconhecimento dos agentes que o produzem levou bastante tempo para amadurecer. A primeira consciência de que agentes externos ou ambientais poderiam produzir alterações malignas despertou na mente de um médico londrino quase dois séculos atrás. Em 1775, *Sir* Percivall Pott declarou que o câncer escrotal, tão comum entre limpadores de chaminé, devia ser causado pela fuligem que se acumulava no corpo deles. Ele não conseguiu fornecer a "prova" que exigiríamos atualmente, mas os métodos modernos de pesquisa isolaram agora o produto químico letal da fuligem e provaram a correção de sua intuição.

Durante um século ou mais após a descoberta de Pott, parece que não houve maiores avanços na percepção de que certos produtos químicos presentes no meio ambiente humano poderiam causar câncer por meio do constante contato com a pele, da inalação ou da ingestão. É verdade que se descobriu que o câncer de pele era predominante entre trabalhadores expostos aos vapores de arsênico em fundições de cobre e de estanho na Cornualha e no País de Gales.

E percebeu-se que os trabalhadores das minas de cobalto na Saxônia e das minas de urânio de Joachimsthal, na Boêmia, estavam sujeitos a uma doença nos pulmões, mais tarde identificada como câncer. Mas esses eram fenômenos da era pré-industrial, antes do florescimento das indústrias cujos produtos iriam impregnar o meio ambiente de quase todos os seres vivos.

O primeiro reconhecimento de doenças malignas atribuíveis à era da indústria surgiu durante o último quarto do século XIX. Mais ou menos na mesma época em que Pasteur estava demonstrando a origem microbiana de muitas doenças infecciosas, outros pesquisadores estavam descobrindo a origem química dos cânceres de pele entre os trabalhadores da nova indústria de linhito na Saxônia e na indústria escocesa do xisto, ao lado de outros cânceres causados pela exposição ocupacional ao alcatrão e ao piche. Por volta do fim do século XIX, uma meia dúzia de fontes de carcinógenos industriais era conhecida; o século XX iria criar inúmeros novos produtos químicos causadores de câncer e colocar a população em geral em contato íntimo com eles. No intervalo de menos de dois séculos entre as descobertas de Pott e os dias atuais, a situação ambiental mudou assombrosamente. As exposições a perigosos produtos químicos não eram mais apenas ocupacionais: eles haviam penetrado no meio ambiente de todos — até mesmo das crianças e dos que ainda não haviam nascido. Não é de surpreender, portanto, que agora tenhamos consciência do alarmante aumento nos casos de doenças malignas.

O aumento em si não é uma mera questão de impressões subjetivas. O relatório mensal de julho de 1959 do Escritório Nacional de Estatísticas Vitais afirma que os tumores malignos, até mesmo os dos tecidos linfáticos e dos tecidos formadores de sangue, haviam sido responsáveis por 15% do total de mortes em 1958. Em

1900, em comparação, essa cifra era de apenas 4%. A se julgar pela incidência atual da doença, a Sociedade Norte-Americana de Combate ao Câncer estima que 45 milhões de norte-americanos atualmente vivos acabarão desenvolvendo câncer. Isso significa que as doenças malignas afetarão dois terços das famílias.

A situação relativa às crianças é ainda mais profundamente inquietante. Um quarto de século atrás, o câncer infantil era considerado uma raridade médica. *Hoje em dia, mais crianças em idade escolar morrem de câncer do que de qualquer outra doença nos Estados Unidos*. A situação se tornou tão grave que a cidade de Boston fundou o primeiro hospital nos Estados Unidos dedicado exclusivamente ao tratamento de crianças com câncer. Doze por cento de todas as mortes de crianças entre as idades de um e catorze anos são causadas pelo câncer. Muitos tumores malignos são descobertos clinicamente em crianças com menos de cinco anos de idade, mas um fato ainda mais alarmante é que uma quantidade significativa desses tumores está presente já quando do nascimento, ou antes dele. O dr. W. C. Hueper, do Instituto Nacional do Câncer, uma das maiores autoridades em câncer ambiental, sugeriu que os cânceres congênitos e os cânceres em bebês podem estar relacionados ao efeito de agentes cancerígenos aos quais a mãe foi exposta durante a gravidez, e que, penetrando através da placenta, afetam os tecidos fetais, que apresentam um desenvolvimento rápido. As experiências mostram que, quanto mais jovem é o animal ao ser submetido a um agente cancerígeno, maior a probabilidade de que o câncer se desenvolva. O dr. Francis Ray, da Universidade da Flórida, advertiu que “podemos estar provocando câncer nas crianças de hoje por meio da adição de produtos químicos [aos alimentos] [...] Não há como sabermos, talvez por uma ou duas gerações, quais serão os efeitos”.

O problema que nos preocupa aqui é se algum dos produtos químicos que estamos usando em nossas tentativas de controlar a natureza desempenha um papel direto ou indireto como causador de câncer. Em termos de evidências obtidas com base em experiências com animais, veremos que cinco, ou talvez seis dos pesticidas precisam ser definitivamente classificados como carcinógenos. A lista aumenta bastante se acrescentarmos aqueles pesticidas considerados por alguns médicos causadores de leucemia em pacientes humanos. Aqui as evidências são circunstanciais — como era de esperar, já que não fazemos experiências em seres humanos —, mas são, ainda assim, impressionantes. Outros pesticidas serão acrescentados se incluirmos aqueles cuja ação sobre os tecidos vivos ou as células possa ser considerada uma causa indireta de doenças malignas.

Um dos primeiros pesticidas associados ao câncer foi o arsênico, presente no arsenito de sódio como herbicida, e no arseniato de cálcio e vários outros compostos como inseticidas. A associação entre o arsênico e o câncer em seres humanos e animais é histórica. Um fascinante exemplo das consequências da exposição ao arsênico é relatado pelo dr. Hueper em seu livro *Occupational Tumores* [Tumores ocupacionais], uma monografia clássica sobre o assunto. A cidade de Reichenstein, na Silésia, havia sido, por quase mil anos, um lugar de mineração de ouro e prata, e por várias centenas de anos, de extração de arsênico. Ao longo dos séculos, resíduos de arsênico se acumularam nas vizinhanças dos poços da mina e foram colhidos pelos rios que desciam das montanhas. A água subterrânea também ficou contaminada, e o arsênico se infiltrou na água de beber. Durante séculos, muitos dos moradores dessa região sofreram de um mal conhecido como “doença de Reichenstein” — arsenicismo crônico, acompanhado de desordens do fígado, da pele e dos

sistemas gastrointestinal e nervoso. Tumores malignos eram um acompanhamento comum da doença. A doença de Reichenstein é, agora, principalmente de interesse histórico, pois um quarto de século atrás foram fornecidos novos suprimentos de água dos quais o arsênico foi, em grande parte, eliminado. Na província de Córdoba, na Argentina, contudo, o envenenamento crônico por arsênico, acompanhado de cânceres de pele causados por essa substância, é endêmico em decorrência da contaminação da água potável derivada de formações de rocha contendo arsênico.

Não seria difícil criar condições similares àquelas de Reichenstein e de Córdoba pelo longo uso continuado de inseticidas à base de arsênico. Nos Estados Unidos, os solos saturados de arsênico das plantações de tabaco, de muitos pomares no Nordeste e das terras de cultivo do mirtilo, no Leste, podem facilmente levar à poluição do abastecimento de água.

O meio ambiente contaminado por arsênico afeta não só os seres humanos como os animais também. Um relatório de grande interesse foi produzido na Alemanha em 1936. Na região de Freiberg, na Saxônia, os fundidores de prata e chumbo lançaram vapores de arsênico no ar. Esses vapores se espalharam pelos campos adjacentes e depositaram-se sobre a vegetação. Segundo o dr. Hueper, cavalos, vacas, cabras e porcos — que, obviamente, se alimentavam dessa vegetação — sofreram perda de pelos e espessamento da pele. Os cervos que viviam em florestas próximas apresentavam, por vezes, manchas anormais de pigmentação e verrugas pré-cancerosas. Um deles teve uma lesão definitivamente cancerosa. Tanto os animais domésticos quanto os selvagens foram afetados por “enterite, úlceras gástricas e cirrose do fígado causadas por arsênico”. Os carneiros mantidos próximos das fundições desenvolveram cânceres do seio nasal; após sua morte, encontrou-se arsênico no cérebro, no fígado e

nos tumores dos animais. Naquela região, houve também “uma extraordinária mortandade entre os insetos, especialmente abelhas. Depois de chuvas que lavaram a poeira do arsênico das folhas e a carregaram para a água dos riachos e lagos, muitos peixes morreram”.

Um exemplo de cancerígeno que pertence ao grupo de novos pesticidas orgânicos é um produto químico amplamente usado contra ácaros e carrapatos. Sua história fornece provas abundantes de que, apesar das supostas proteções fornecidas pela legislação, a população pode estar exposta a um conhecido cancerígeno durante vários anos antes que os lentos processos legais possam colocar a situação sob controle. A história é interessante de outro ponto de vista, pelo fato de provar que aquilo que se pede à população que aceite como “seguro” hoje pode se revelar extremamente perigoso amanhã.

Quando esse produto químico foi apresentado, em 1955, a tolerância recomendada pelo fabricante permitiria a presença de pequenos resíduos em quaisquer lavouras que fossem pulverizadas com ele. Como exigido por lei, ele mandou testar o produto em animais, em laboratório, e apresentou os resultados com seu pedido de autorização. Entretanto, os cientistas da Administração de Alimentos e Medicamentos interpretaram os testes como mostrando uma possível tendência a produzir câncer e, de acordo com essa interpretação, o responsável recomendou uma “tolerância zero”, o que é uma forma de dizer que, conforme a lei, nenhum resíduo poderia ocorrer em alimentos comercializados entre estados. Mas o fabricante tinha o direito legal de apelar, e o caso foi, como é de praxe, revisto por uma comissão. A decisão da comissão implicou um acordo: uma tolerância de 1 parte por milhão seria fixada, e o produto seria vendido no mercado durante dois anos. Nesse ínterim,

seriam feitos outros testes em laboratório para determinar se o produto químico era realmente cancerígeno.

Embora a comissão não o tenha dito, sua decisão significou que a população seria usada como cobaia, testando o produto suspeito de ser cancerígeno com os cães e ratos de laboratório. Mas os animais de laboratório produzem resultados com maior rapidez: depois de dois anos, ficou evidente que aquele exterminador de ácaros e carrapatos era mesmo cancerígeno. Mesmo diante dessas evidências, em 1957, a Administração de Alimentos e Medicamentos não pôde abolir imediatamente a tolerância que permitia que resíduos de um conhecido cancerígeno contaminassem os alimentos consumidos pela população. Mais um ano foi necessário para que se adotassem os diversos procedimentos legais. Finalmente, em dezembro de 1958, a tolerância zero, que o responsável recomendara em 1955, passou a vigorar.

Estes não são, de modo algum, os únicos carcinógenos conhecidos entre os pesticidas. Em testes de laboratório com animais, o DDT tem provocado tumores suspeitos no fígado. Os cientistas da Administração de Alimentos e Medicamentos que relataram a descoberta desses tumores não sabiam bem como classificá-los, mas achavam que havia certas “razões para considerá-los carcinomas hepáticos celulares de baixo grau”. O dr. Hueper atribui agora ao DDT uma classificação definitiva como “produto químico cancerígeno”.

Descobriu-se que dois herbicidas que pertencem ao grupo dos carbamatos, o IPC e o CIPC, desempenham um papel na produção de tumores de pele em camundongos. Alguns desses tumores são malignos. Ao que tudo indica, esses produtos químicos dão início à alteração maligna, que pode ser então completada por outras substâncias químicas de tipos predominantes no meio ambiente.

O herbicida aminotriazol tem causado câncer de tireoide em testes em animais. Esse produto químico foi empregado de maneira inadequada por diversos plantadores de oxicoco em 1959, produzindo resíduos em alguns dos frutos vendidos no mercado. Na controvérsia que se seguiu à apreensão, pela Administração de Alimentos e Medicamentos, de oxicocos contaminados, o fato de o produto químico ser realmente cancerígeno foi amplamente questionado, até mesmo por muitos médicos. Os fatos científicos noticiados pela Administração de Alimentos e Medicamentos indicam claramente a natureza cancerígena do aminotriazol em ratos de laboratório. Quando esses animais eram alimentados com esse produto na proporção de 100 partes por milhão na água que bebiam (equivalente a uma colher de chá do produto químico em 10 mil colheres de chá de água), eles começaram a desenvolver tumores na tireoide na 68ª semana após o início do tratamento. Depois de dois anos, esses tumores estavam presentes em mais da metade dos ratos examinados, e foram diagnosticados como de diversos tipos, alguns benignos e outros malignos. Os tumores apareceram também quando a proporção do produto era menor — na verdade, não foi encontrada nenhuma proporção em que nenhum efeito fosse produzido. Ninguém sabe, é claro, a proporção em que o aminotriazol pode ser cancerígeno para o ser humano, mas, como um professor de medicina da Universidade de Harvard, dr. David Rutstein, observou, essa proporção tanto pode ser maior como menor nos seres humanos.

Até agora, não houve tempo suficiente para que se revelassem todos os efeitos dos novos inseticidas à base de hidrocarboneto clorado e dos herbicidas modernos. A maioria das doenças malignas apresenta um desenvolvimento tão vagaroso que pode levar um período significativo da vida da vítima para chegar ao estágio em que

exibem sintomas clínicos. No início da década de 1920, as mulheres que pintavam números luminosos em mostradores de relógio ingeriram quantidades diminutas de rádio ao tocarem os pincéis nos lábios; em algumas dessas mulheres, desenvolveram-se cânceres dos ossos após o transcorrer de quinze anos ou mais. Demonstrou-se que um período de quinze a trinta anos ou mais é necessário para o desenvolvimento de alguns cânceres causados por exposições ocupacionais a produtos químicos cancerígenos.

Em contraste com essas exposições industriais a vários carcinógenos, as primeiras exposições ao DDT datam de cerca de 1942 para os militares e de cerca de 1945 para os civis, e só no início da década de 1950 uma ampla variedade de pesticidas químicos passou a ser usada. A plena maturação de quaisquer sementes de doenças malignas que tenham sido plantadas por esses produtos ainda está por vir.

Há, contudo, uma exceção atualmente conhecida ao fato de que seria necessário um longo período de latência para a maioria das doenças malignas. Essa exceção é a leucemia. Os sobreviventes de Hiroshima começaram a desenvolver leucemia apenas três anos após o bombardeio atômico, e agora há razões para se acreditar que o período latente possa ser consideravelmente mais curto. Pode ser que, com o tempo, se descubra que outros tipos de câncer também se desenvolvem em um período de latência relativamente curto, mas atualmente a leucemia parece ser a exceção à regra geral de um desenvolvimento extremamente lento.

No período abrangido pelo surgimento dos pesticidas modernos, a incidência de leucemia vem aumentando em ritmo constante. As cifras disponíveis no Escritório Nacional de Estatísticas Vitais mostram claramente uma elevação alarmante do número de casos de doenças malignas nos tecidos formadores do sangue. No ano de

1960, só a leucemia foi responsável por 12.290 vítimas. As mortes decorrentes de todos os tipos de doenças malignas do sangue e da linfa totalizaram 25.400, um aumento abrupto em relação aos 16.690 casos de vítimas fatais em 1950. Em relação à proporção de mortes por cem mil habitantes, o aumento foi de 11,1 em 1950 para 14,1 em 1960. O aumento não se limita, de modo algum, aos Estados Unidos: em todos os países do mundo, o número de mortes registradas atribuídas à leucemia em todas as faixas etárias está subindo a uma taxa entre 4 e 5% ao ano. O que isso significa? A que agente letal, ou agentes letais, novos em nosso meio ambiente, estão as pessoas sendo expostas agora com uma frequência cada vez maior?

Instituições mundialmente famosas, como a Clínica Mayo, admitem a existência de centenas de vítimas dessas doenças dos órgãos formadores do sangue. O dr. Malcolm Hargraves e seus associados do Departamento de Hematologia da Clínica Mayo relatam que, quase sem exceção, esses pacientes haviam tido um histórico de exposição a vários produtos químicos tóxicos, inclusive *sprays* contendo DDT, clordano, benzeno, lindano e destilados de petróleo.

As doenças ambientais relacionadas ao uso de várias substâncias tóxicas vêm aumentando, "especialmente durante os últimos dez anos", acredita o dr. Hargraves. Com base em sua extensa experiência clínica, ele acredita que

> *a vasta maioria de pacientes que sofrem de discrasias sanguíneas e doenças linfoides apresenta um histórico significativo de exposição aos vários hidrocarbonetos que, por sua vez, incluem a maioria dos pesticidas atuais. Um histórico médico detalhado estabelecerá, quase invariavelmente, essa relação.*

Esse especialista conta agora com um grande número de históricos de casos, bastante detalhados, de todos os pacientes atendidos por ele que sofriam de leucemias, anemias aplásticas, doença de Hodgkins e outras desordens do sangue e dos tecidos formadores do sangue. “Todos eles haviam sido expostos a esses agentes ambientais, com uma quantidade significativa de exposição”, relata o especialista.

O que mostram esses históricos de caso? Um desses casos é o de uma dona de casa que detestava aranhas. Em meados de agosto, ela entrou no porão de sua casa com um aerossol contendo DDT e um destilado de petróleo. Borrifou todo o porão meticulosamente, sob as escadas, dentro dos armários de frutas e em todas as áreas protegidas do forro e dos caibros do telhado. Assim que terminou a pulverização, começou a se sentir mal: teve náuseas e extrema ansiedade e nervosismo. Nos dias que se seguiram, ela se sentiu melhor; aparentemente não desconfiando da causa do mal-estar, repetiu todo o procedimento em setembro, passando por mais dois ciclos de pulverização, mal-estar, recuperação temporária, nova pulverização. Após o terceiro uso do aerossol, novos sintomas se desenvolveram: febre, dores nas articulações e mal-estar generalizado, além de flebite aguda em uma das pernas. Ao ser examinada pelo dr. Hargraves, descobriu-se que ela estava sofrendo de leucemia aguda. Ela morreu em menos de um mês.

Outro dos pacientes do dr. Hargraves era um profissional cujo escritório ficava em um edifício antigo, infestado de baratas. Incomodado com a presença desses insetos, ele resolveu cuidar do problema por conta própria. Passou quase todo o domingo pulverizando o porão e todos os possíveis esconderijos do inseto. O produto era um concentrado de 25% de DDT suspenso em um solvente contendo naftalenos metilados. Em pouco tempo, ele começou a apresentar ferimentos e a sangrar. Foi internado em uma

clínica com sangramentos em virtude de várias hemorragias. Os exames de sangue revelaram uma severa depressão da medula óssea chamada anemia aplástica. Durante os cinco meses e meio que se seguiram, ele recebeu 59 transfusões, além de outras terapias. Recuperou-se parcialmente, mas, cerca de nove anos depois, desenvolveu uma leucemia fatal.

Quando há pesticidas envolvidos, os agentes químicos que figuram com maior destaque nos históricos de casos são o DDT, o lindano, o hexacloreto de benzeno, os nitrofenóis, os cristais comuns de paradiclorobenzeno contra as traças, o clordano e, é claro, os solventes em que eles figuram. Como esse médico ressalta, a pura exposição a um único produto químico é a exceção, e não a regra. O produto comercial geralmente contém combinações de vários produtos químicos, suspensos em um destilado de petróleo mais algum agente dispersante. Os hidrocarbonetos aromáticos cíclicos e os hidrocarbonetos não saturados do veículo podem, em si, ser um dos principais fatores nos danos causados aos órgãos formadores do sangue. Do ponto de vista prático, e não médico, essa distinção é de pouca importância, contudo, porque esses solventes de petróleo constituem parte inseparável das práticas mais comuns de pulverização.

A literatura médica dos Estados Unidos e de outros países contém muitos casos significativos que corroboram a crença do dr. Hargraves de que há uma relação de causa e efeito entre esses produtos químicos e a leucemia e outras doenças do sangue. Eles se referem a pessoas praticando atividades corriqueiras, como fazendeiros que são atingidos por seus próprios dispositivos de pulverização, ou pela pulverização lançada por aviões; um universitário que pulverizou inseticida no quarto para exterminar as formigas e permaneceu no quarto para estudar; uma mulher que

havia instalado um vaporizador portátil contendo lindano em sua casa; um agricultor que trabalhava em uma plantação de algodão que fora pulverizada com clordano e toxafeno. Eles contêm, semiocultos em sua terminologia médica, histórias de tragédias humanas como a dos dois primos na Tchecoslováquia, garotos que moravam na mesma cidade e haviam sempre trabalhado e brincado juntos. O seu último e mais fatídico emprego foi em uma fazenda cooperativa onde a tarefa deles era descarregar sacos de um inseticida (hexacloreto de benzeno). Oito meses depois, um dos garotos foi acometido por uma leucemia aguda. Ele morreu em nove dias. Mais ou menos ao mesmo tempo, o primo começou a se sentir cansado com facilidade e a ter febre. Em cerca de três meses, os sintomas se tornaram mais graves e ele, também, foi hospitalizado. Mais uma vez, o diagnóstico foi leucemia aguda, e mais uma vez a doença seguiu seu curso inevitavelmente fatal.

Há também o caso de um fazendeiro sueco, que lembra, estranhamente, o do pescador japonês, Kuboyama, do barco de pesca de atum, o *Lucky Dragon* [Dragão feliz]. Como Kuboyama, o agricultor havia sido um homem saudável, ganhando a vida com o trabalho na terra, assim como Kuboyama ganhara a vida no mar. Para esses dois homens, um veneno trazido pelos ventos carregou uma sentença de morte. Para um deles, foi uma cinza envenenada pela radiação; para o outro, um pó químico. O agricultor havia tratado cerca de 60 acres (cerca de 243 mil metros quadrados) com um pó contendo DDT e hexacloreto de benzeno. Enquanto ele trabalhava, rajadas de vento fizeram que pequenas nuvens de pó circulassem a seu redor. “Ao entardecer, ele se sentiu estranhamente cansado, e nos dias que se seguiram, foi acometido por uma sensação geral de fraqueza, dores nas costas e nas pernas, além de calafrios, e foi obrigado a se recolher ao leito”, diz um relatório da Clínica

Médica de Lund. “A condição dele piorou, contudo, e no dia 19 de maio [uma semana depois da pulverização] ele deu entrada no hospital local.” Estava com febre alta e sua contagem sanguínea estava anormal. Ele foi transferido para a Clínica Médica, onde, depois de uma enfermidade de dois meses e meio, veio a falecer. O exame *post-mortem* revelou a completa degeneração da medula óssea.

Como um processo normal e necessário, tal como a divisão celular, pode se modificar a ponto de se tornar estranho e destrutivo é um problema que tem exigido a atenção de inúmeros cientistas e incontáveis somas de dinheiro. O que acontece em uma célula para transformar o seu padrão ordenado de multiplicação na proliferação aleatória e descontrolada do câncer?

Quando se encontrarem respostas, estas serão, quase certamente, múltiplas. Assim como o câncer, em si, é uma doença que usa vários disfarces, aparecendo sob várias formas que diferem na origem, no curso do desenvolvimento e nos fatores que influenciam seu crescimento ou sua regressão, também deve haver uma variedade correspondente de causas. Apesar disso, subjacentes a todas elas, talvez apenas alguns tipos básicos de danos causados às células sejam os responsáveis. Aqui e ali, em pesquisas bastante dispersas e que, por vezes, não tinham como objetivo inicial o estudo do câncer, vemos vislumbres iniciais que poderão, um dia, lançar luzes sobre esse problema.

Mais uma vez, descobrimos que apenas observando algumas das menores unidades da vida, a célula e seus cromossomos, podemos encontrar aquela visão mais ampla necessária para penetrar tais mistérios. Aqui, nesse microcosmo, precisamos procurar por aqueles fatores que desviam, de alguma forma, os mecanismos maravilhosamente funcionais da célula de seus padrões normais.

Uma das teorias mais impressionantes sobre a origem das células cancerosas foi desenvolvida por um bioquímico alemão, o professor Otto Warburg, do Instituto Max Planck de Fisiologia Celular. Warburg tem dedicado a vida ao estudo dos complexos processos de oxidação dentro da célula. Seu amplo conhecimento da área permitiu a elaboração de uma explicação fascinante e lúcida da forma como uma célula normal pode se tornar maligna.

Warburg acredita que as radiações ou as substâncias químicas cancerígenas agem de forma que destrua a respiração das células normais, privando-as, assim, de energia. Essa ação pode resultar de minúsculas doses repetidas com frequência. O efeito, uma vez produzido, é irreversível. As células que não são mortas de imediato pelo impacto de tal veneno respiratório lutam para compensar a perda de energia. Elas não conseguem dar curso àquele ciclo extraordinário e eficiente por meio do qual vastas quantidades de ATP são produzidas; são forçadas a regressar a um método primitivo e muito menos eficiente, o da fermentação. A luta para sobreviver recorrendo à fermentação continua por um longo tempo. Continua por meio das subsequentes divisões celulares, de tal modo que todas as células descendentes empregam esse método anormal de respiração. Uma vez que uma célula tenha perdido a respiração normal, ela não conseguirá recuperá-la — nem em um ano, nem em uma década, nem em várias décadas. Mas, pouco a pouco, nessa cansativa luta para recuperar a energia perdida, aquelas células que sobrevivem começam a compensar aumentando a fermentação. É uma luta darwiniana, em que apenas as mais aptas ou adaptáveis sobrevivem. No fim, as células atingem o ponto em que a fermentação consegue produzir tanta energia quanto a respiração. Nesse ponto, pode-se dizer que as células cancerosas são criadas a partir de células normais do corpo.

A teoria de Warburg explica muitas coisas que, de outro modo, permaneceriam um enigma. O longo período de latência da maioria dos cânceres é o tempo necessário para o número infinito de divisões celulares durante as quais a fermentação aumenta gradualmente após o dano inicial à respiração. O tempo necessário para que a fermentação se torne dominante varia conforme as diferentes espécies, em virtude dos diferentes ritmos de fermentação: um tempo curto no caso do rato, no qual os cânceres surgem rapidamente; um longo tempo (até mesmo décadas) no caso do ser humano, em quem o desenvolvimento de doenças malignas é um processo lento.

A teoria de Warburg explica também por que repetidas doses pequenas de um cancerígeno são mais perigosas em algumas circunstâncias do que uma única dose grande. Uma dose grande pode matar as células de imediato, ao passo que as doses pequenas possibilitam que algumas sobrevivam, embora em condição danificada. Essas sobreviventes podem, então, se desenvolver, transformando-se em células cancerosas. Essa é a razão pela qual não existe uma dose "segura" de um cancerígeno.

Na teoria de Warburg encontramos também uma explicação para um fato que, de outra forma, seria incompreensível — o de que um mesmo agente possa ser útil para tratar o câncer e para causá-lo. Isso, como todos sabem, acontece com a radiação, que mata células cancerosas, mas pode também causar o câncer. Isso também acontece com muitos produtos químicos usados agora contra o câncer. Por quê? Ambos os tipos de agentes danificam a respiração. As células cancerosas já apresentam uma respiração deficiente. Assim, quando se danifica ainda mais essas células, elas morrem. As células normais, que sofrem danos na respiração pela primeira vez,

não são mortas; em vez disso, elas seguem o caminho que acabará levando a doenças malignas.

As ideias de Warburg foram confirmadas em 1953, quando outros pesquisadores conseguiram transformar células normais em células cancerosas apenas privando-as de oxigênio intermitentemente durante longos períodos. A seguir, em 1961, surgiram outras confirmações, desta vez a partir de animais vivos, em vez de culturas de tecidos. Traçadores radioativos foram injetados em camundongos com câncer. Em seguida, por meio de medições cuidadosas de sua respiração, descobriu-se que o ritmo da fermentação estava acentuadamente acima do normal, exatamente como Warburg previra.

Medidos pelos padrões estabelecidos por Warburg, a maioria dos pesticidas corresponde ao critério do cancerígeno perfeito demais para que nos sintamos tranquilos. Como já vimos no capítulo anterior, muitos dos hidrocarbonetos clorados, fenóis e alguns herbicidas interferem com a oxidação e a produção de energia dentro da célula. Dessa forma, eles podem criar células cancerosas dormentes, nas quais uma malignidade irreversível permanecerá latente e indetectada por muito tempo, até que, finalmente — quando sua causa já tiver sido esquecida há muito tempo ou nem mesmo tiver sido suspeitada —, vem à tona como o que pode ser identificado como um câncer.

Outro caminho para o câncer pode ser o dos cromossomos. Muitos dos pesquisadores mais ilustres nessa área olham com desconfiança para qualquer agente que danifique os cromossomos, interfira na divisão celular ou cause mutações. Na visão deles, qualquer mutação é uma causa potencial de câncer. Embora as discussões sobre as mutações geralmente se refiram às que ocorrem nas células germinativas, que podem então ter seus efeitos sentidos nas gerações

futuras, também pode haver mutações nas células do corpo. Segundo a teoria que relaciona a origem do câncer com as mutações, a célula, talvez sob a influência de radiações ou de um agente químico, desenvolve uma mutação que permite que ela escape aos controles que o corpo normalmente impõe à divisão celular. Dessa forma, ela é capaz de se multiplicar de um modo irregular e incontrolado. As novas células resultantes dessas divisões têm a mesma capacidade de escapar ao controle e, se lhes for dado tempo suficiente, essas células se acumulam e formam um câncer.

Outros pesquisadores chamam a atenção para o fato de que os cromossomos em tecidos cancerosos são instáveis; eles tendem a se quebrar ou danificar, seu número pode ser irregular, e pode haver até mesmo conjuntos duplicados.

Os primeiros pesquisadores a rastrear o caminho das anomalias nos cromossomos até as doenças malignas foram Albert Levan e John J. Biesele, que trabalhavam no Instituto Sloan-Kettering, em Nova York. Quanto ao que vem primeiro, se as doenças malignas ou as perturbações que ocorrem nos cromossomos, esses pesquisadores dizem, sem nenhuma hesitação, que “as irregularidades cromossômicas precedem as doenças malignas”. Talvez, especulam eles, depois do dano inicial aos cromossomos e da instabilidade resultante, ocorra um longo período de tentativa e erro que se estende por muitas gerações de células (o longo período de latência das doenças malignas) durante o qual, finalmente, acumula-se uma coleção de mutações que permite que as células escapem ao controle e se lancem à multiplicação descontrolada que constitui o câncer.

Ojvind Winge, um dos primeiros defensores da teoria da instabilidade cromossômica, acreditava que as duplicações de cromossomos eram especialmente importantes. Será mera coincidência ter-se verificado, em muitas experiências com plantas,

que o hexacloreto de benzeno e o lindano, que é uma de suas formas, provocam a duplicação do número de cromossomos, e que esses mesmos produtos químicos estejam implicados em muitos casos bem documentados de anemias fatais? E o que dizer de muitos outros pesticidas que interferem na divisão celular, quebram cromossomos e causam mutações?

É fácil ver por que a leucemia deveria ser uma das doenças mais comuns a resultarem da exposição a radiações ou a produtos químicos que imitam as radiações. Os principais alvos dos agentes mutagênicos físicos ou químicos são as células que se encontram em fase de divisão especialmente ativa. Isso inclui vários tecidos, mas, mais importante, aqueles envolvidos na produção do sangue. A medula óssea é a principal produtora das células vermelhas do sangue ao longo da vida, enviando cerca de 10 milhões de novas células por segundo para a corrente sanguínea dos seres humanos. Os glóbulos brancos são formados nas glândulas linfáticas e em algumas das células da medula em um ritmo variável, mas, ainda assim, prodigioso.

Certos produtos químicos — lembrando-nos, novamente, dos produtos de radiações, como o Estrôncio 90 — apresentam uma afinidade peculiar com a medula óssea. O benzeno, um componente comum nos solventes usados em inseticidas, aloja-se na medula e permanece depositado lá por períodos que, segundo estudos, podem chegar a vinte meses. O próprio benzeno tem sido identificado na literatura médica há muitos anos como um dos causadores da leucemia.

Os tecidos das crianças, que se caracterizam pelo rápido crescimento, também fornecem as condições mais adequadas ao desenvolvimento de células malignas. *Sir* Macfarlane Burnet observou que não só o número de casos de leucemia está

aumentando no mundo todo, como se tornou mais comum entre os três e os quatro anos, faixa etária que não apresenta incidência tão alta de nenhuma outra doença. Segundo esse especialista, “o pico entre os três e os quatro anos de idade dificilmente pode ter outra interpretação que não a exposição do organismo infantil a estímulos mutagênicos por volta da época do nascimento”.

Outro agente mutagênico que se sabe ser causador de câncer é a uretana. Quando se administra essa substância química a fêmeas prenhes de camundongo, não apenas elas desenvolvem câncer nos pulmões, seus filhotes também. A única exposição do filhote de camundongo à uretana, nessas experiências, foi pré-natal, o que prova que o produto químico deve ter penetrado através da placenta. Em populações humanas expostas à uretana ou a produtos químicos aparentados, há a possibilidade de que se desenvolvam tumores nos filhotes por meio de exposição pré-natal, como o dr. Hueper tem alertado.

A uretana, como carbamato, é quimicamente relacionada aos herbicidas IPC e CIPC. Apesar dos alertas dos especialistas em câncer, os carbamatos são agora amplamente usados, não apenas como inseticidas, herbicidas e fungicidas, mas também em uma variedade de produtos, até mesmo plastificantes, remédios, roupas e materiais isolantes.

O caminho que conduz ao câncer também pode ser indireto. Uma substância que não é cancerígena no sentido comum pode perturbar o funcionamento normal de alguma parte do corpo, de modo que provoque o surgimento de condições malignas. Exemplos importantes desse fenômeno são os cânceres, principalmente do sistema reprodutivo, que parecem estar ligados a distúrbios do equilíbrio dos hormônios sexuais. Esses distúrbios, por sua vez, podem, em alguns casos, resultar de algo que afeta a capacidade do

fígado de manter um nível adequado desses hormônios. Os hidrocarbonetos clorados são precisamente o tipo de agente que pode provocar essa forma de carcinogênese indireta, porque todos eles são tóxicos para o fígado em algum grau.

Os hormônios sexuais estão, é claro, presentes normalmente no corpo e cumprem funções necessárias de estímulo ao crescimento em relação aos vários órgãos de reprodução. Mas o corpo tem uma proteção interna contra acúmulos excessivos, pois o fígado atua para manter um equilíbrio adequado entre os hormônios femininos e masculinos (ambos são produzidos no corpo de ambos os sexos, embora em quantidades diferentes) e para impedir um excesso de acumulação de qualquer um deles. Isso não pode acontecer, contudo, se o fígado for danificado por alguma doença ou alguma substância química, ou se o suprimento de vitaminas do complexo B sofrer uma redução. Sob essas condições, os estrógenos se acumulam e atingem níveis anormalmente altos.

Quais são os efeitos? Nos animais, pelo menos, há evidências abundantes obtidas em experiências. Em uma destas, um pesquisador do Instituto Rockefeller de Pesquisas Médicas descobriu que coelhos com fígados danificados por doenças apresentam uma incidência muito alta de tumores uterinos, que provavelmente foram desenvolvidos porque o fígado não era mais capaz de inativar os estrógenos no sangue, de modo que eles “se elevam subsequentemente a um nível carcinogênico”. Extensas experiências em camundongos, ratos, porquinhos-da-índia e macacos mostraram que o fornecimento prolongado de estrógenos (não necessariamente em níveis altos) provoca alterações nos tecidos dos órgãos reprodutores, “variando de tumores benignos a tumores definitivamente malignos”. Tumores dos rins foram induzidos em hamsters pela administração de estrógenos.

Embora a opinião médica esteja dividida nessa questão, há muitas evidências dando sustentação à ideia de que efeitos semelhantes possam ocorrer nos tecidos humanos. Pesquisadores do Royal Victoria Hospital, na Universidade McGill, descobriram que dois terços dos 150 casos de câncer uterino estudados por eles mostravam sinais de níveis de estrógenos anormalmente altos. Em 90% de uma série de vinte casos estudados posteriormente, havia uma atividade estrogênica similarmente elevada.

É possível que haja suficientes danos no fígado para interferir na eliminação do estrogênio sem que esses danos sejam detectados por nenhum teste agora disponível aos médicos. Esses danos podem facilmente ser causados pelos hidrocarbonetos clorados, que, como já vimos, provocam alterações em células do fígado mesmo em níveis de consumo bastante baixos. Eles causam, além disso, a perda das vitaminas do complexo B. Esse fato também é extremamente importante, já que outras cadeias de evidências demonstram o papel protetor dessas vitaminas no combate ao câncer. O falecido C. P. Rhoads, ex-diretor do Instituto Sloan-Kettering de Pesquisa do Câncer, descobriu que animais expostos a um produto químico cancerígeno bastante potente não desenvolviam câncer quando alimentados com levedo, uma rica fonte natural de vitaminas do complexo B. Descobriu-se que uma carência dessas vitaminas costuma acompanhar o câncer da boca e talvez de outros órgãos do aparelho digestivo. Isso foi observado não só nos Estados Unidos como nas regiões mais ao norte da Suécia e da Finlândia, onde a dieta normalmente é deficiente em vitaminas. Os grupos com maior propensão ao câncer primário do fígado — como as tribos bantos da África — são, em geral, aqueles que sofrem de má nutrição. O câncer do peito, nos homens, que também predomina em partes da África, está associado a doenças do fígado e à má nutrição. Na Grécia, nos

tempos do pós-guerra, o crescimento do peito masculino costumava seguir-se a períodos de inanição. Em suma: o argumento em defesa do papel indireto dos pesticidas no desenvolvimento de cânceres se baseia na capacidade comprovada de causar danos ao fígado e de reduzir as reservas de vitaminas do complexo B, o que leva a um aumento dos estrógenos "endógenos", ou seja, aqueles produzidos pelo próprio corpo. A estes, soma-se uma ampla variedade de estrógenos sintéticos aos quais estamos sendo cada vez mais expostos — aqueles presentes em cosméticos, remédios, alimentos e exposições ocupacionais. O efeito combinado de todos esses fatores é algo digno da maior preocupação.

A exposição dos seres humanos a produtos químicos cancerígenos (incluindo os pesticidas) é incontrolada e múltipla. Um indivíduo pode sofrer muitas exposições diferentes ao mesmo produto químico. O arsênico é um exemplo. Ele existe no meio ambiente de todo indivíduo sob muitos disfarces diferentes: como poluente do ar, como poluente da água, como resíduo de pesticida nos alimentos, em remédios, em cosméticos, como conservador de madeiras ou como agente de coloração em tintas para pintura ou para escrever. É bem possível que nenhuma dessas exposições seja suficiente, *de per se*, para precipitar doenças malignas — entretanto, qualquer dose única supostamente considerada "segura" pode ser o suficiente para fazer a balança pender, se um dos pratos já estiver cheio de outras doses "seguras".

Ou então, mais uma vez, o dano pode ser causado por dois ou mais carcinógenos distintos atuando juntos, de modo que haja uma soma de seus efeitos. O indivíduo exposto ao DDT, por exemplo, quase certamente foi exposto a outros hidrocarbonetos prejudiciais ao fígado, pois estes são tão amplamente usados como solventes, removedores de tintas, agentes desengordurantes, fluidos para

lavagem a seco e anestésicos. Qual seria, então, uma dose "segura" de DDT?

A situação torna-se ainda mais complicada pelo fato de um produto químico poder agir sobre outro e alterar-lhe os efeitos. O câncer pode, às vezes, exigir a ação complementar de dois produtos químicos, um dos quais sensibiliza a célula ou o tecido de modo que esta possa, mais tarde, sob a ação de outra, ou de um agente estimulante, desenvolver verdadeiras malignidades. Assim, os herbicidas IPC e CIPC podem agir como iniciadores em uma produção de tumores de pele, plantando as sementes de malignidades que serão realmente desencadeadas por algo mais — talvez um detergente comum.

Pode haver interação, também, entre um agente físico e um agente químico. A leucemia pode ocorrer como um processo em duas fases, sendo a alteração maligna iniciada por raios X e a ação estimulante fornecida por um produto químico, como a uretana. A exposição crescente da população a radiações de várias fontes, acrescida de diversos contatos com uma legião de produtos químicos, prenuncia um grave novo problema para o mundo moderno.

A poluição dos reservatórios de água por materiais radiativos representa outro problema. Esses materiais, presentes como poluentes em águas que contêm outras substâncias químicas, podem, na verdade, mudar a natureza dessas substâncias químicas pelo impacto da radiação ionizante, rearranjando seus átomos de formas imprevisíveis e criando novas substâncias químicas.

Os especialistas em poluição da água em todos os Estados Unidos estão preocupados com o fato de que os detergentes são agora um poluente incômodo e praticamente universal dos reservatórios públicos de água. Não há nenhum modo prático de removê-los por tratamento. Há poucos detergentes que se sabe serem cancerígenos,

mas, de forma indireta, eles podem promover o câncer atuando sobre o revestimento interno do aparelho digestivo, modificando os tecidos de modo que estes absorvam mais facilmente os perigosos produtos químicos, agravando, desse modo, o seu efeito. Mas quem pode prever e controlar essa ação? No caleidoscópio de condições em transformação, que dose de um cancerígeno é "segura" a não ser a dose zero?

Nós toleramos agentes causadores de câncer em nosso meio ambiente por nossa própria conta e risco, como foi claramente ilustrado por um acontecimento recente. Na primavera de 1961, uma epidemia de câncer de fígado surgiu entre as trutas-arco-íris em muitos viveiros federais, estaduais e particulares. Foram afetadas as trutas tanto do Leste quanto do Oeste dos Estados Unidos; em algumas áreas praticamente 100% das trutas com mais de três anos de idade desenvolveram câncer. Essa descoberta foi feita devido a um acordo preexistente entre a Seção de Câncer Ambiental do Instituto Nacional do Câncer e o Serviço de Peixes e Vida Selvagem para que se comunicasse a descoberta de qualquer peixe com tumor, de modo que se dispusesse de um alerta prévio a respeito do risco de câncer para os cidadãos devido aos poluentes da água.

Embora ainda estejam sendo feitos estudos para determinar a causa exata dessa epidemia que atingiu uma área tão ampla, a evidência mais sólida, ao que se diz, aponta para um agente presente nos alimentos preparados com que são alimentados os peixes nos viveiros. Esses alimentos contêm uma incrível variedade de aditivos químicos e de agentes medicinais, além dos ingredientes alimentares básicos.

O caso das trutas é importante por muitas razões, mas principalmente como um exemplo do que pode acontecer quando um potente cancerígeno é introduzido no meio ambiente de quaisquer

espécies. O dr. Hueper descreveu essa epidemia como um sério alerta de que é preciso dar atenção bem maior ao controle da quantidade e da variedade dos cancerígenos ambientais. “Se tais medidas preventivas não forem tomadas”, diz ele, “será armado, em um ritmo progressivo, o palco para a futura ocorrência de um desastre semelhante entre a população humana.”

A descoberta de que estamos, como disse um pesquisador, vivendo em um “mar de cancerígenos” é, obviamente, desalentadora e pode facilmente levar a reações de desespero e derrotismo. “A situação não é desesperadora?” é a reação comum.

> *Não é impossível até mesmo tentar eliminar esses agentes causadores de câncer de nosso mundo? Não seria melhor não perdermos tempo tentando e, em vez disso, concentrarmos nossos esforços nas pesquisas para tentar encontrar uma cura para o câncer?*

Quando se faz essa pergunta ao dr. Hueper, cuja opinião é respeitada em razão dos vários anos de notáveis trabalhos sobre o câncer, a resposta dada por ele concentra toda a ponderação de alguém que reflete sobre isso há anos e que tem uma vida toda de pesquisa e experiência a embasar seu julgamento. Ele acredita que nossa situação em respeito ao câncer, atualmente, é bastante semelhante àquela com que a humanidade se defrontou, nos últimos anos do século XIX, em relação às doenças infecciosas. A relação causal entre os organismos patogênicos e muitas doenças foi estabelecida pelos brilhantes trabalhos de Pasteur e Koch. Os profissionais da medicina e até mesmo a população em geral estavam tomando consciência de que o meio ambiente da humanidade era habitado por um número enorme de micro-organismos capazes de causar doenças, da mesma forma como atualmente os cancerígenos permeiam nosso ambiente. A maioria das doenças infecciosas está

agora sob um grau razoável de controle, e algumas foram praticamente eliminadas. Essa brilhante conquista da medicina foi obtida por meio de um ataque em duas frentes: um ataque que enfatizava a prevenção com a cura. Apesar do destaque que as "balas mágicas" e "drogas maravilhosas" ganham na mente do leigo, a maioria das batalhas realmente decisivas na guerra contra as doenças infecciosas foi travada na forma de medidas para eliminar do meio ambiente os organismos causadores das doenças. Um exemplo histórico se refere ao grande surto de cólera em Londres, há mais de cem anos. Um médico londrino, John Snow, mapeou a ocorrência de casos e descobriu que eles se originavam de uma única área cujos habitantes extraíam a água potável de uma bomba localizada em uma rua, Broad Street. Em um gesto ágil e decisivo de medicina preventiva, o dr. Snow removeu o braço da bomba. A epidemia foi controlada — não por uma pílula mágica que matou o (então desconhecido) organismo causador da cólera, mas eliminando o organismo do meio ambiente. Até mesmo medidas terapêuticas apresentam importantes resultados não apenas na cura de pacientes, mas na redução dos focos de infecção. A comparativa raridade atual da tuberculose resulta, em grande parte, do fato de que o indivíduo comum agora dificilmente entra em contato com o bacilo da tuberculose.

Atualmente, encontramos o nosso mundo repleto de agentes causadores de câncer. Um ataque ao câncer que se concentrasse totalmente, ou mesmo em sua maior parte, em medidas terapêuticas (mesmo supondo que uma "cura" possa ser encontrada) falharia, na opinião do dr. Hueper, porque deixaria intocados os grandes reservatórios de agentes cancerígenos que continuariam a fazer novas vítimas mais rápido do que a esquiva "cura" poderia combater a doença.

Por que estamos demorando tanto a adotar essa abordagem tão sensata ao problema do câncer? Provavelmente porque "o objetivo de curar as vítimas do câncer é mais excitante, mais palpável, mais fascinante e recompensador do que a prevenção", como diz o dr. Hueper. Entretanto, prevenir a formação do câncer é "definitivamente mais humano" e pode ser "muito mais eficaz do que curas do câncer". O dr. Hueper tem pouca paciência com a ideia fantasiosa que promete "uma pílula mágica que tomaremos todas as manhãs antes do café da manhã" como proteção contra o câncer. Parte da confiança da população em que esse resultado acabe sendo alcançado vem do conceito errôneo de que o câncer é uma doença única, embora misteriosa, com uma única causa e, otimisticamente, uma única cura. É evidente que isso está longe de ser a verdade como a entendemos nos dias que correm. Assim como os cânceres ambientais são induzidos por uma ampla variedade de agentes químicos e físicos, também a condição maligna em si se manifesta em muitas formas diferentes e biologicamente distintas.

Não se deve esperar que a "extraordinária conquista" há muito prometida, quando ou se acontecer, seja uma panaceia para todos os tipos de doenças malignas. Embora se deva continuar as pesquisas de medidas terapêuticas para aliviar ou curar aqueles que já caíram vítimas do câncer, é um desserviço à humanidade cultivar a esperança de que uma solução virá de repente, em um único gesto genial. Ela virá lentamente, um passo de cada vez. Nesse ínterim, enquanto despejamos milhões de dólares em pesquisas e investimos todas as nossas esperanças em vastos programas para encontrar curas para os casos conhecidos de câncer, estamos perdendo a oportunidade de ouro de prevenir, ao mesmo tempo que procuramos curar.

A tarefa não é, de forma alguma, sem esperanças. Em um importante aspecto, as perspectivas são mais encorajadoras do que a situação relativa às doenças infecciosas no fim do século XIX. O mundo estava, então, cheio de germes patológicos, da mesma forma como hoje está cheio de cancerígenos. Mas as pessoas não puseram os germes no meio ambiente, e seu papel na disseminação desses germes era involuntário. Em contrapartida, são as pessoas que vêm lançando a grande maioria dos cancerígenos no meio ambiente, e podem, se desejarem, eliminar muitos deles. Os agentes químicos do câncer se entricheiraram em nosso mundo de duas formas: em primeiro lugar, ironicamente, pela busca do ser humano por uma vida melhor e mais fácil; em segundo, porque a fabricação e a venda de tais produtos químicos se tornou parte aceita da nossa economia e estilo de vida.

Não seria realista supor que todos os produtos químicos cancerígenos possam ser ou serão eliminados do mundo moderno. Mas uma proporção bastante grande deles não constitui, de forma alguma, necessidades vitais. Com sua eliminação, a carga total de cancerígenos diminuiria imensamente, e a ameaça de que uma em cada quatro pessoas desenvolverá um câncer seria, no mínimo, consideravelmente suavizada. Deveriam ser feitos os esforços mais enérgicos para eliminar esses cancerígenos que agora contaminam nossos alimentos, nossas reservas de água e nossa atmosfera, pois eles propiciam o tipo mais perigoso de contato — exposições reduzidas, repetidas constantemente ao longo dos anos.

Entre os profissionais mais ilustres na pesquisa do câncer há muitos outros que compartiham a crença do dr. Hueper de que as doenças malignas possam ser reduzidas significativamente por concentrados esforços para identificar as causas ambientais e eliminá-las, ou reduzir seu impacto. Para aqueles para quem o câncer

já é uma presença oculta ou visível, os esforços para encontrar curas devem, é claro, continuar. Mas para aqueles que não foram ainda atingidos pela doença e, com certeza, para as gerações ainda não nascidas, a prevenção é uma necessidade imperativa.

# A Natureza Contra-Ataca

ARRISCAR tanto em nossos esforços para moldar a natureza conforme nossa satisfação e, ainda assim, falhar em alcançar nosso objetivo seria, sem dúvida, a ironia final. No entanto, essa parece ser a nossa situação. A verdade, raramente mencionada, mas evidente aos olhos de todos, é que a natureza não é tão facilmente moldada, e que os insetos estão encontrando jeitos de contornar os nossos ataques químicos contra eles.

"O mundo dos insetos é o fenômeno mais espantoso da natureza", disse o biólogo holandês C. J. Briejèr.

> *Nada é impossível para ele; as coisas mais improváveis acontecem ali. Aquele que penetra profundamente em seus mistérios fica com a respiração continuamente suspensa diante de suas maravilhas. Ele sabe que qualquer coisa pode acontecer, e que aquilo que é totalmente impossível muitas vezes acontece.*

O "impossível" está agora acontecendo em duas vastas frentes. Por um processo de seleção genética, os insetos estão desenvolvendo espécies resistentes a produtos químicos. Isso será discutido no próximo capítulo. Mas o problema maior, do qual iremos tratar agora, é o fato de que o ataque de nossos produtos químicos está enfraquecendo as defesas internas do próprio meio ambiente, defesas projetadas para manter as várias espécies sob controle. Cada vez que rompemos essas defesas, uma horda de insetos se lança para dentro desse meio.

De todo o mundo chegam relatos que deixam claro que estamos enfrentando uma situação difícil. Ao fim de uma década ou mais de

controle químico intenso, os entomologistas descobriram que problemas que eles consideravam resolvidos alguns anos antes haviam voltado a assombrá-los. E novos problemas haviam surgido, pois insetos que antes ocorriam em números insignificantes haviam aumentado a ponto de se constituírem em pragas de considerável gravidade. Por sua própria natureza, os controles químicos se voltam contra si mesmos, pois vêm sendo concebidos e aplicados sem levar em conta os complexos sistemas biológicos contra os quais vêm sendo cegamente lançados. Os produtos químicos podem ter sido testados previamente contra algumas poucas espécies individuais, mas não contra comunidades vivas.

Em alguns círculos, atualmente, é moda desprezar o equilíbrio da natureza como um estado de coisas que prevalecia em um mundo anterior, mais simples — um estado que foi agora tão completamente transtornado que o melhor é esquecermos sua existência. Há quem considere essa suposição conveniente, mas, como um mapa para se traçar um plano de ação, é altamente perigosa. O equilíbrio da natureza não é, atualmente, o mesmo que vigorava na era pleistocênica, mas continua existindo: um sistema complexo, preciso e altamente integrado de relações entre seres vivos que não pode ser ignorado sem riscos, da mesma forma como a lei da gravidade não pode ser desafiada impunemente por um homem empoleirado à beira de um precipício. O equilíbrio da natureza não é um *status quo*; é fluido, em perpétua mudança, em constante estado de ajuste. O ser humano também é parte desse equilíbrio. Às vezes o equilíbrio pende a seu favor; outras vezes — muitas vezes em decorrência de suas próprias atividades —, ele pende para o lado contrário ao seu.

Dois fatos de importância crítica têm sido negligenciados na elaboração dos programas modernos de controle dos insetos. O primeiro é que o controle realmente eficaz dos insetos é o que é

aplicado pela natureza, não pelos seres humanos. As populações são mantidas sob controle por algo que os ecologistas chamam de resistência do meio ambiente, e isso tem sido assim desde o surgimento do primeiro ser vivo. A quantidade de alimentos disponíveis, as condições do tempo e do clima, a presença de espécies competidoras ou predadoras — todos esses fatores são criticamente importantes. “O maior fator isolado para impedir que os insetos dominem o restante do mundo é a luta fratricida que eles travam entre eles mesmos”, declarou o entomologista Robert Metcalf. Apesar disso, a maioria dos produtos químicos usados agora mata todos os insetos, tanto os nossos amigos quanto os nossos inimigos.

O segundo fato negligenciado é o poder verdadeiramente explosivo de reprodução de uma espécie, uma vez que a resistência do meio ambiente tenha sido enfraquecida. A fecundidade de muitas formas de vida quase ultrapassa o nosso poder de imaginação, embora aqui e ali tenhamos alguns vislumbres sugestivos. Lembro-me, dos meus tempos de estudante, do milagre que podia ser operado em um pote contendo uma mistura simples de capim e água apenas acrescentando-se à mistura algumas gotas de material recolhido em uma cultura madura de protozoários. Em poucos dias, o pote continha toda uma galáxia de seres vivos em movimento, em turbilhão — incontáveis trilhões de bichinhos em forma de chinelo, os paramécios, cada um deles tão pequeno quanto um grão de poeira, todos se multiplicando sem restrições em seu Éden temporário de temperaturas favoráveis, comida abundante, ausência de inimigos. Ou, então, penso nos rochedos da praia, brancos de cracas a perder de vista, ou no espetáculo que é passar por um imenso banco de medusas, quilômetros e quilômetros

aparentemente infindáveis de formas pulsantes, fantasmagóricas, pouco mais substanciais do que a própria água.

Vemos o milagre do controle da natureza em ação quando o bacalhau sai dos mares, no inverno, rumo aos locais de desova, onde cada fêmea deposita vários milhões de ovos. O mar não se transforma em uma massa compacta de bacalhaus como ocorreria, certamente, se toda a prole de todos os bacalhaus sobrevivessem. Os controles que existem na natureza são tais que, dos milhões de filhotes produzidos por casal, somente sobrevive e chega à fase adulta uma quantidade média suficiente para substituir a geração anterior.

Os biólogos costumavam se entreter especulando o que aconteceria se, em virtude de uma catástrofe impensável, as restrições naturais fossem eliminadas e toda a prole de um único indivíduo sobrevivesse. Foi assim que Thomas Huxley, um século atrás, calculou que uma única fêmea de afídeo (detentora da curiosa capacidade de se reproduzir sem acasalar) poderia produzir, em um só ano, uma prole cujo peso total equivaleria a todos os habitantes do império chinês naquela época.

Felizmente, para nós, essa situação extrema é apenas teórica, mas os terríveis resultados de perturbar os arranjos da natureza são bem conhecidos daqueles que estudam as populações animais. O empenho do fazendeiro em eliminar os coiotes resultou em pragas de ratos do campo, que eram antes controlados pelos coiotes. A história frequentemente repetida dos veados do Kaibab, no Arizona, é outro caso a ser estudado. Em certo momento, a população de veados estava em equilíbrio com o meio ambiente. Diversos predadores — lobos, pumas e coiotes — impediam os veados de se reproduzir a ponto de exceder as reservas alimentares. Então iniciou-se uma campanha para “preservar” os veados matando seus inimigos. Com a

eliminação dos predadores, os veados aumentaram prodigiosamente, e logo não havia alimento suficiente para eles. A linha nas árvores que marca a altura máxima em que os veados têm acesso ao alimento foi subindo cada vez mais, e depois de algum tempo um número muito maior de veados estava morrendo de inanição do que os que antes eram mortos pelos predadores. Além disso, todo o meio ambiente foi prejudicado por seus esforços desesperados para encontrar alimento.

Os insetos predadores do campo e das florestas desempenham o mesmo papel que os lobos e os coiotes do Kaibab. Se eles forem exterminados, a população de insetos de que eles se alimentam aumentará abruptamente.

Ninguém sabe quantas espécies de insetos habitam a Terra, porque ainda há muitos a serem identificados. Porém mais de 700 mil já foram descritos. Isso significa que, em termos de número de espécies, entre 70 e 80% dos animais terrestres são insetos. A vasta maioria desses insetos é controlada por forças naturais, sem nenhuma intervenção dos seres humanos. Se não fosse assim, seria duvidoso que qualquer volume concebível de produtos químicos — ou quaisquer outros métodos — pudesse manter suas populações sob controle.

O problema é que raramente temos consciência da proteção proporcionada pelos inimigos naturais antes que ela falhe. A maioria de nós anda pelo mundo sem olhar para ele, sem se dar conta de suas belezas, de suas maravilhas, e da estranha e às vezes terrível intensidade da vida que nos cerca. Tanto é assim que poucos são os que conhecem as atividades dos insetos predadores e parasitas. Talvez possamos ter notado um inseto de forma esquisita e aparência feroz em um arbusto do jardim, e tenhamos tido a vaga consciência de que o louva-a-deus vive à custa de outros insetos. Mas nós só o

percebemos se estivermos andando no jardim à noite e se, aqui ou ali, uma lanterna captar o louva-a-deus se aproximando furtivamente da presa. Então sentimos um pouco do drama do caçador e da caça. E começamos a sentir um pouco da força incansavelmente premente com que a natureza controla a si mesma.

Os predadores — insetos que matam e se alimentam de outros insetos — são de muitos tipos. Alguns são rápidos e, com a velocidade das andorinhas, agarram a presa nos ares. Outros caminham metodicamente pelos caules, apanhando e devorando insetos sedentários como os afídeos. As vespas norte-americanas, malhadas de amarelo, capturam os insetos de corpo tenro e alimentam os filhotes com seu suco. As vespas eumenídeas constroem ninhos em forma de colunas de barro sob os beirais das casas, e ali armazenam os insetos com que alimentam os filhotes. A vespa Bembicini sobrevoa os rebanhos de bois que estão pastando, destruindo as moscas sugadoras de sangue que os atormentam. A mosca sirfídea, de forte zumbido, muitas vezes confundida com uma abelha, deposita os ovos em folhas de plantas infestadas por afídeos; as suas larvas, então, devoram quantidades imensas de afídeos. As joaninhas estão entre os destruidores mais eficazes de afídeos, cochonilhas e outros insetos que comem plantas. Literalmente centenas de afídeos são devorados por uma única joaninha para que ela possa obter a energia necessária para produzir até mesmo uma única porção de ovos.

Ainda mais extraordinários em seus hábitos são os insetos parasitas. Eles não matam os hospedeiros de imediato. Em vez disso, por meio de diversas adaptações, valem-se das vítimas para nutrir seus próprios filhotes. Eles depositam os ovos em meio às larvas ou aos ovos da presa, de modo que seus próprios filhotes em desenvolvimento possam encontrar alimento devorando o

hospedeiro. Alguns prendem os ovos a uma lagarta por meio de uma substância grudenta; quando os filhotes nascem, as larvas parasitas furam a pele do hospedeiro. Outros, levados por um instinto semelhante a uma capacidade profética, apenas depositam os ovos sobre uma folha, de modo que a lagarta à procura de alimento inadvertidamente os coma.

Em todos os lugares, no campo, nas sebes, nos jardins e nas florestas, os insetos predadores e parasitas estão em ação. Aqui, sobre um lago, as libélulas se agitam e o sol refulge em suas asas. Da mesma forma, seus ancestrais voavam céleres sobre os pântanos onde viviam répteis imensos. Agora, como naqueles tempos antigos, as libélulas de olhar aguçado capturam mosquitos no ar, recolhendo-os com as pernas em forma de cesta. Nas águas abaixo, seus filhotes, as ninfas de libélulas, ou náiades, alimentam-se dos estágios aquáticos de mosquitos e outros insetos.

E ali, quase invisível sobre uma folha, está o hemeróbio, com suas asas de gaze verde e olhos dourados, tímido e sigiloso, descendente de uma antiga raça que viveu nos tempos do permiano. O hemeróbio adulto alimenta-se principalmente do néctar das plantas e dos sucos doces secretados pelos afídeos. Quando chega o momento, a fêmea põe seus ovos, cada um deles na extremidade de um longo talo que ela prende a uma folha. Desses ovos nascem os filhotes — estranhas larvas eriçadas que se alimentam dos afídeos, cochonilhas ou ácaros, que elas capturam e sugam até que fiquem secos. Cada uma dessas larvas pode consumir várias centenas de afídeos antes que o ciclo incessante de sua vida chegue ao momento em que ela irá tecer um casulo de seda branca dentro do qual passará ao estágio de pupa.

Há também muitas vespas e moscas, cuja própria existência depende da destruição dos ovos ou das larvas de outros insetos por meio do parasitismo. Alguns dos parasitas de ovos são vespas

incrivelmente pequenas; apesar disso, por sua quantidade e grande atividade, elas reduzem a abundância de muitas espécies destruidoras de plantações.

Todas essas pequenas criaturas trabalham — sob o sol e sob a chuva, durante as horas de escuridão, mesmo quando o rigor do inverno amortece os fogos da vida, reduzindo-as a meras brasas. Então sua força vital apenas arde sem chamas, aguardando o tempo de se incendiar novamente, quando a primavera desperta o mundo dos insetos. Enquanto isso, sob o cobertor branco da neve, sob o solo crestado pelo gelo, nas fendas das cascas do tronco das árvores e em cavernas abrigadas, os parasitas e os predadores encontram formas de sobreviver durante a estação fria.

Os ovos do louva-a-deus ficam seguros em pequenos estojos de fino pergaminho presos ao ramo de um arbusto pela mãe, que completou o ciclo de sua vida no verão que se encerrou.

A fêmea da vespa *Polistes*, que se abriga em algum canto esquecido de sótão, carrega no corpo os ovos fertilizados, a herança de que depende todo o futuro de sua colônia. Ela, a única sobrevivente, começará a construir um pequeno ninho de papel na primavera, porá alguns poucos ovos em suas células e criará, com cuidado, uma pequena força de vespas operárias. Com a ajuda destas, ampliará o ninho e desenvolverá a colônia. Então as operárias, indo à cata de alimento incessantemente durante os dias quentes do verão, destruirão inúmeras lagartas.

Assim, por meio das circunstâncias de sua vida e da natureza de nossas próprias necessidades, todos esses insetos têm sido nossos aliados, ajudando a manter o prato do equilíbrio da natureza inclinado a nosso favor. Apesar disso, voltamos nossa artilharia contra esses amigos. O terrível perigo é que subestimamos demasiadamente seu valor, pois são eles que nos protegem de uma

maré negra de inimigos que, sem a ajuda desses aliados, podem nos sobrepujar.

A perspectiva de uma redução geral e permanente da resistência ambiental se torna mais sombria e real a cada ano que passa, à medida que aumenta a quantidade, a variedade e a destrutividade dos inseticidas. Com a passagem do tempo, podemos esperar surtos cada vez mais graves de insetos, tanto de insetos transmissores de doenças quanto de espécies destruidoras de plantações, em uma proporção muito além de tudo o que já vimos.

"Sim, mas isso não é só teoria?", você pode perguntar. "É claro que isso não vai acontecer — pelo menos não enquanto eu viver, em todo o caso."

Mas isso está acontecendo aqui e agora. As revistas científicas já registraram cerca de cinquenta espécies envolvidas em violentas perturbações ao equilíbrio da natureza em 1958. Mais exemplos estão sendo encontrados a cada ano. Uma pesquisa recente sobre o assunto continha referências a 215 publicações relatando ou discutindo perturbações desfavoráveis, causadas por pesticidas, no equilíbrio das populações de insetos.

Algumas vezes o resultado das pulverizações químicas foi um formidável surto do próprio inseto que a pulverização visava a controlar. Foi o que aconteceu com os borrachudos em Ontário, que se tornaram dezessete vezes mais numerosos do que eram antes da pulverização. Ou quando, na Inglaterra, um gigantesco surto do afídeo do repolho — um surto sem paralelo — seguiu-se à pulverização com um agente químico à base de fósforo orgânico.

Outras vezes, as pulverizações, embora razoavelmente eficazes contra o inseto-alvo, abriram uma verdadeira "caixa de Pandora" de pragas destruidoras que nunca haviam sido abundantes a ponto de causar problemas. O ácaro-rajado, por exemplo, tornou-se

praticamente uma praga mundial quando o DDT e outros inseticidas mataram seus inimigos. O ácaro-rajado não é um inseto. É uma criatura quase invisível de oito patas que pertence ao filo dos aracnídeos, com as aranhas, os escorpiões e os carrapatos. Ele tem partes da boca adaptadas para perfurar e sugar, e um prodigioso apetite por clorofila, a substância que torna o mundo verde. O ácaro-rajado insere essas partes bucais, minúsculas e afiadas como estilete, nas células exteriores das folhas e das agulhas das coníferas, e extrai a clorofila. Uma infestação moderada dá às árvores e aos arbustos uma aparência salpicada, mesclando tons claros e escuros; com uma densa população de ácaros, a folhagem amarelece e cai.

Foi o que aconteceu em algumas das florestas do Oeste dos Estados Unidos há alguns anos, em 1956, quando o Serviço Florestal pulverizou cerca de 3.500 quilômetros quadrados de terras florestais com DDT. A intenção era controlar o tortricídeo, mas, no verão seguinte, descobriu-se que um problema pior do que os danos causados pelos tortricídeos havia sido criado. Ao sobrevoar de avião as florestas, podia-se ver vastas áreas devastadas nos lugares onde os magníficos abetos Douglas estavam ficando marrons e perdendo as agulhas. Na Floresta Nacional de Helena e nas encostas do oeste das montanhas do Grande Cinturão, depois em outras regiões de Montana e descendo até o Idaho, as florestas pareciam ter sido queimadas. Era evidente que aquele verão de 1957 havia trazido consigo a mais extensa e espetacular infestação de ácaros-rajados da história. Quase todas as áreas pulverizadas foram afetadas. Em nenhum outro lugar havia ocorrido aquele tipo de dano. Investigando à procura de precedentes, os especialistas florestais se lembraram de outros surtos de ácaro-rajado, embora menos dramáticos do que aquele. Problemas semelhantes haviam acontecido no rio Madison, no Parque Yellowstone, em 1929; no

Colorado, vinte anos depois e, por fim, no Novo México, em 1956. *Cada um desses surtos havia-se seguido a uma pulverização da floresta com inseticidas*. (A pulverização de 1929, tendo ocorrido antes da era do DDT, empregara arseniato de chumbo.)

Por que o ácaro-rajado parece prosperar quando se aplicam inseticidas? Além do fato óbvio de que ele é relativamente insensível a esses produtos, parece que há duas outras razões. Na natureza, o ácaro-rajado é mantido sob controle por vários predadores, como as joaninhas, o mosquito-galhador, os ácaros predadores e vários percevejos-piratas, todos eles extremamente sensíveis a inseticidas. A terceira razão se relaciona à pressão populacional dentro das colônias de ácaros-rajados. Uma colônia de ácaros que não sofre perturbações é uma comunidade solidamente estabelecida, aconchegada sob uma teia protetora para se ocultar dos inimigos. Quando ocorre uma pulverização, as colônias se espalham à medida que os ácaros, irritados mas não mortos pelo agente químico, se dispersam em busca de lugares onde possam ficar sem serem perturbados. Ao fazê-lo, encontram uma abundância muito maior de espaço e comida do que a que estava disponível nas antigas colônias. Os inimigos agora estão mortos, portanto não há necessidade para os ácaros de gastarem sua energia secretando teias protetoras. Em vez disso, eles concentram todas as energias na produção de mais ácaros. Não são incomuns casos em que a produção de ovos triplicou — tudo em decorrência do efeito benéfico dos inseticidas.

No vale de Shenandoah, na Virgínia, uma região famosa pela produção de maçãs, enxames de um pequeno inseto, a mariposa *Argyrotaenia velutinana*, surgiram para atormentar os plantadores assim que o DDT começou a ser usado em substituição ao arseniato de chumbo. As depredações causadas por essa mariposa nunca haviam sido significativas antes disso; logo ela passou a atingir 50%

das colheitas, tornando-se a praga mais destruidora das maçãs, não apenas nessa região, mas por toda a região Leste e Meio-Oeste dos Estados Unidos, à medida que o uso do DDT aumentava.

A situação é bastante irônica. Nos pomares de macieiras da Nova Escócia, no fim da década de 1940, as piores infestações de mariposa-das-maçãs (as responsáveis pelas "maçãs bichadas") ocorreram nos pomares que recebiam pulverizações regulares. Nos pomares que não recebiam pulverizações, as mariposas não eram suficientemente abundantes a ponto de causar reais problemas.

O zelo nas pulverizações teve outras recompensas similarmente desagradáveis no leste do Sudão, onde os plantadores de algodão tiveram uma amarga experiência com o DDT. Cerca de 243 quilômetros quadrados de algodão estavam sendo cultivados sob regime de irrigação no delta do rio Gash. Como as primeiras experiências com o DDT haviam produzido resultados aparentemente bons, as pulverizações foram intensificadas. Foi então que os problemas começaram. Um dos inimigos mais destrutivos do algodão é a lagarta. Mas, quanto mais se pulverizava o algodão, mais lagartas apareciam. O algodão não pulverizado sofreu menos danos nos frutos e, mais tarde, nas cápsulas maduras, do que o pulverizado, e em campos onde as pulverizações foram feitas duas vezes, a produção de semente de algodão caiu significativamente. Embora alguns dos insetos comedores de folha tivessem sido eliminados, qualquer benefício que pudesse ter sido obtido foi mais do que superado pelos danos causados pelas lagartas. No fim, os cultivadores tiveram de enfrentar a desagradável verdade de que a safra de algodão teria sido maior se eles se tivessem poupado o trabalho e os custos da pulverização.

No Congo Belga e em Uganda, os resultados das pesadas aplicações de DDT contra uma praga de insetos do cafeeiro foram quase

“catastróficos”. Os insetos, em si, quase não foram afetados pelo DDT, ao passo que seu predador se revelou extremamente sensível a esse agente.

Nos Estados Unidos, os fazendeiros trocam com frequência um inseto inimigo por outro pior quando as pulverizações perturbam a dinâmica das populações do mundo dos insetos. Dois programas de pulverizações maciças executados recentemente tiveram exatamente esse efeito. Um deles foi o programa de erradicação da formiga-lava-pés, no Sul; o outro foram as pulverizações em combate ao besouro-japonês, no Meio-Oeste. (Ver Capítulos 10 e 7.)

Quando uma aplicação geral de heptacloro foi feita nas fazendas da Louisiana, em 1957, o resultado foi a libertação de um dos piores inimigos das plantações de cana-de-açúcar — a broca-da-cana-de-açúcar. Logo após o tratamento com heptacloro, os danos causados pela broca aumentaram extraordinariamente. O produto químico destinado a combater a formiga-lava-pés havia matado os inimigos da broca. A safra foi tão severamente prejudicada que os fazendeiros resolveram processar o Estado por ter deixado de avisá-los de que isso poderia acontecer.

A mesma amarga lição foi aprendida pelos agricultores de Illinois. Depois do devastador banho de dieldrina recentemente administrado às fazendas do leste de Illinois em nome do controle do besouro-japonês, os agricultores descobriram que a broca-do-milho havia aumentado assustadoramente na área tratada. De fato, o milho cultivado nos campos daquela área continham quase o dobro das destruidoras larvas desse inseto do que o milho cultivado em outros lugares. Os agricultores podem não ter-se dado conta ainda das bases biológicas do que aconteceu, mas não precisam de cientistas para lhes dizerem que fizeram um mau negócio. Ao tentarem se livrar de um inseto, eles provocaram um surto de outro inseto muito mais

destrutivo. Segundo estimativas do Departamento de Agricultura, os danos totais causados pelo besouro-japonês nos Estados Unidos totalizam cerca de 10 milhões de dólares ao ano, enquanto os danos provocados pela broca-do-milho chegam a cerca de 85 milhões.

Vale a pena observar que o controle da broca-do-milho vinha sendo feito sobretudo com base nas forças naturais. Dois anos depois de esse inseto ter sido importado acidentalmente da Europa para os Estados Unidos, em 1917, o governo norte-americano havia organizado um de seus programas mais intensivos para localizar e importar parasitas de uma peste de insetos. Desde aquela época, 24 espécies de parasitas da broca-do-milho haviam sido importadas da Europa e do Oriente a um custo considerável. Dessas espécies, cinco são reconhecidas como de grande valor para o controle. Não é preciso dizer que os resultados de todo esse trabalho estão agora sob risco, já que os inimigos da broca-do-milho foram exterminados pelas pulverizações.

Se isso parece absurdo, considere a situação nas plantações de cítricos da Califórnia, onde o experimento mais famoso e bem-sucedido do mundo em termos de controle biológico foi executado na década entre 1880 e 1890. Em 1872, um tipo de cochonilha que se alimenta da seiva das árvores cítricas apareceu na Califórnia e, nos 25 anos seguintes, transformou-se em uma peste tão destrutiva que a colheita de muitos pomares foi totalmente perdida. A então jovem indústria de frutas cítricas foi ameaçada de destruição. Muitos citricultores desistiram e arrancaram suas árvores da terra. Então um parasita da cochonilha foi importado da Austrália, uma pequena joaninha, a *Rodolia cardinalis*, ou joaninha-australiana. Apenas dois anos após a primeira importação das joaninhas-australianas, a cochonilha estava sob completo controle em todas as áreas de citricultura da Califórnia. A partir dessa época, era possível procurar

durante dias entre as plantações de laranja sem encontrar uma única cochonilha.

Em seguida, na década de 1940, os citricultores começaram a experimentar os novos e maravilhosos produtos químicos contra outros insetos. Com o advento do DDT e os produtos ainda mais tóxicos que se seguiram, as populações da joaninha-australiana de muitas regiões da Califórnia foram exterminadas. A sua importação havia custado ao governo apenas 5 mil dólares. A presença da joaninha-australiana havia poupado aos citricultores vários milhões de dólares por ano, mas, em um momento de imprudência, esse benefício foi cancelado. As infestações de cochonilha ressurgiram rapidamente, e os danos ultrapassaram tudo o que fora visto nos últimos cinquenta anos.

"Esse acontecimento possivelmente assinalou o fim de uma era", declarou o dr. Paul DeBach, da Estação Experimental de Citros, de Riverside. Agora o controle da cochonilha ficou extremamente complicado. A joaninha-australiana só pode ser mantida por meio de constantes novas liberações e com a máxima atenção ao calendário de pulverizações, para minimizar seu contato com os inseticidas. E, independentemente do que os citricultores façam, eles estão mais ou menos à mercê dos donos das terras adjacentes, pois severos danos têm sido causados pela contaminação de inseticidas transportados de outras áreas pelas águas ou pelo vento.

Todos esses exemplos se referem aos insetos que atacam as lavouras. E quanto àqueles que transmitem doenças? Já têm surgido advertências. Na ilha Nissan, no Pacífico Sul, por exemplo, as pulverizações vinham sendo efetuadas intensivamente durante a Segunda Guerra Mundial, mas foram interrompidas quando as hostilidades chegaram ao fim. Logo em seguida, nuvens de mosquitos transmissores da malária invadiram novamente a ilha.

Todos os predadores dos mosquitos haviam sido exterminados, e não transcorrera o tempo necessário para que novas populações se estabelecessem. O caminho estava, portanto, livre para uma formidável expansão populacional. Marshall Laird, que descreveu esse incidente, compara o controle químico com um moinho movido a passos: assim que se põe o pé nele, não se consegue parar, por medo das consequências.

Em algumas partes do mundo, as doenças podem estar ligadas às pulverizações de uma forma bem diferente. Por algum motivo, os moluscos de espécies como os caracóis, os caramujos e as lesmas parecem ser quase imunes aos efeitos dos inseticidas. Isso tem sido observado com bastante frequência. No holocausto geral que se seguiu às pulverizações de pântanos salgados no leste da Flórida (p. 131-132), só os caramujos aquáticos sobreviveram. A descrição da cena mostrava um quadro macabro — algo que poderia ter sido criado pelo pincel de um artista surrealista. Os caramujos se moviam por entre os corpos dos peixes mortos e dos caranguejos moribundos, devorando as vítimas da chuva letal de venenos.

Por que isso é importante? É importante porque muitos caramujos aquáticos servem como hospedeiros a perigosos vermes parasitas que passam parte de seu ciclo vital dentro de moluscos e outra parte dentro de seres humanos. Exemplos desses vermes são os trematódeos, ou esquistossomos, que causam uma grave doença no ser humano ao entrarem no corpo por meio da água potável, ou através da pele, quando as pessoas se banham em águas infestadas. Os esquistossomos são liberados na água pelos caramujos hospedeiros. Essas doenças são especialmente disseminadas em regiões da Ásia e da África. Nos lugares onde ocorrem, as medidas de controle de insetos que favorecem um vasto aumento dos caracóis tendem a acarretar grave consequências.

É evidente que os seres humanos não são os únicos a estar sujeitos a doenças transmitidas pelos caramujos. As doenças de fígado em bois e vacas, em carneiros, cabras, veados, alces, coelhos e vários outros animais de sangue quente podem ser causadas por um verme trematódeo, a fascíola, que passa parte de seu ciclo de vida dentro de caramujos de água doce. A carne de fígado infestada por esses vermes é imprópria para o consumo humano, sendo rotineiramente condenada. A rejeição a essa carne contaminada custa à maioria dos criadores de gado norte-americanos cerca de 3,5 milhões de dólares anualmente. Qualquer fator que contribua para aumentar o número de caramujos pode, obviamente, tornar esse problema ainda mais grave.

Durante a última década, esses problemas projetaram sombras de tamanho considerável, mas levamos muito tempo para reconhecê-los. A maior parte das pessoas mais qualificadas para desenvolver controles naturais e ajudar a colocá-los em ação também tem estado ocupada trabalhando nos campos mais excitantes do controle químico. Foi divulgado, em 1960, que apenas 2% de todos os entomologistas econômicos dos Estados Unidos estavam, na época, trabalhando no setor do controle biológico. Uma parcela significativa dos 98% restantes estava envolvida na pesquisa de inseticidas químicos.

Por que isso acontece? As maiores indústrias químicas estão despejando dinheiro nas universidades para financiar pesquisas sobre inseticidas. Isso cria bolsas atraentes para estudantes de pós-graduação e cargos interessantes nas universidades. Os estudos relativos ao controle biológico, por outro lado, nunca recebem esses incentivos — pela simples razão de que eles não prometem a ninguém as fortunas que podem ser ganhas na indústria química.

São deixados a cargo dos órgãos estaduais e federais, em que os salários são bastante inferiores.

Essa situação explica também o fato, em outros aspectos desconcertantes, de que alguns dos mais renomados entomologistas estão entre os principais defensores do controle químico. Investigações sobre os antecedentes de alguns desses especialistas revelam que todo seu programa de pesquisa foi financiado pelas indústrias químicas. O prestígio profissional desses pesquisadores, e às vezes seu próprio emprego, dependem da perpetuação dos métodos químicos. Podemos, então, esperar que eles cuspam no prato em que comem? Todavia, conhecendo essas suas vinculações, que crédito podemos dar a seus protestos de que os inseticidas são inofensivos?

Em meio às aclamações gerais em favor dos produtos químicos como o principal método de controle de insetos, alguns relatórios de opiniões dissidentes são, ocasionalmente, redigidos por aqueles poucos entomologistas que não perderam de vista o fato de que eles não são nem químicos, nem engenheiros, mas biólogos.

F. H. Jacob, na Inglaterra, declarou que

> *as atividades de muitos dos assim chamados entomologistas econômicos dão a impressão de que eles agem sob a crença de que a salvação está no bocal de um pulverizador [...]; que, quando eles criam problemas de novos surtos ou de resistências ou de toxicidade para os mamíferos, o químico já terá pronta outra pílula. Não é esse ponto de vista que é defendido aqui [...] Em última análise, só o biólogo pode dar as respostas para os problemas básicos do controle de pragas.*

"Os entomologistas econômicos precisam entender", escreveu A. D. Pickett, da Nova Escócia, "que eles estão lidando com seres vivos [...] O trabalho deles deve consistir em muito mais do que simplesmente

testar inseticidas ou criar produtos químicos altamente destrutivos." O próprio dr. Pickett foi pioneiro na área da pesquisa de métodos saudáveis de controle de insetos que se aproveitam ao máximo das espécies predadoras e parasitas. O método que ele e seus associados desenvolveram é hoje um modelo magnífico, mas também pouco imitado. Só no programa de controle integrado desenvolvido por entomologistas da Califórnia encontramos algo comparável nos Estados Unidos.

O dr. Pickett iniciou seu trabalho cerca de 35 anos atrás, nos pomares de macieiras do vale de Annapolis, na Nova Escócia, outrora uma das áreas mais concentradas de fruticultura no Canadá. Naquela época, acreditava-se que os inseticidas — que eram então produtos químicos inorgânicos — resolveriam os problemas de controle de insetos, que a única tarefa a cumprir era induzir os fruticultores a seguirem os métodos recomendados. Mas esse quadro cor-de-rosa deixou de se concretizar. De algum modo, os insetos resistiram. Novos produtos químicos foram criados, melhores equipamentos de pulverização foram projetados e o empenho em pulverizar foi aumentado, mas os problemas causados pelos insetos não se reduziram em nada. Então o DDT prometeu "acabar com o pesadelo" dos surtos de mariposa-das-maçãs. O que, na verdade, resultou do seu uso foi um surto sem precedentes de ácaros. "Passamos de crise em crise, meramente trocando um problema por outro", declarou o dr. Pickett.

A essa altura, contudo, o dr. Pickett e seus associados começaram a abrir uma nova estrada, em vez de acompanharem os outros entomologistas que continuavam correndo atrás do fogo-fátuo dos produtos químicos cada vez mais tóxicos. Reconhecendo que tinham na natureza uma forte aliada, eles elaboraram um programa que aproveita ao máximo os controles naturais e emprega o mínimo de inseticidas. Sempre que inseticidas são aplicados, somente doses

mínimas são usadas — apenas o suficiente para controlar a peste, sem danos que possam ser evitados às espécies benéficas. A determinação dos momentos propícios também faz parte do plano. Assim, se o sulfato de nicotina for aplicado antes e não depois que as flores das macieiras fiquem cor-de-rosa, um dos importantes predadores será poupado, provavelmente porque ele ainda está no estágio do ovo.

O dr. Pickett seleciona, com um cuidado especial, produtos químicos que causem o menor dano possível aos insetos parasitas e predadores.

> *Quando chegamos a ponto de usar DDT, paratião, clordano e outros inseticidas novos como medidas de controle rotineiro, da mesma forma como usamos os produtos químicos inorgânicos no passado, os entomologistas interessados no controle biológico podem jogar a toalha no ringue,*

afirma ele. Em lugar desses inseticidas de amplo espectro, altamente tóxicos, ele confia sobretudo na riânia (derivada de caules rasteiros de uma planta tropical), sulfato de nicotina e arseniato de chumbo. Em certas situações, usam-se concentrações bastante fracas de DDT ou malatião (de uma a duas onças por cem galões, ou seja, de 28 a 57 gramas por cerca de 378 litros, em contraste com a medida usual de 450 a 900 gramas por cem galões). Embora essas duas substâncias sejam as menos tóxicas entre os inseticidas modernos, o dr. Pickett espera que o desenvolvimento das pesquisas propicie sua substituição por materiais mais seguros e seletivos.

Quais têm sido os resultados desse programa? Os fruticultores da Nova Escócia que estão seguindo o programa modificado de pulverizações do dr. Pickett estão produzindo uma proporção tão elevada de frutas de primeira categoria quanto aqueles que estão usando aplicações intensivas de produtos químicos. Eles também

estão obtendo uma produção tão boa quanto os outros. Além disso, estão alcançando esses resultados a um custo significativamente menor. Os gastos com inseticidas nos pomares de macieiras da Nova Escócia correspondem a um valor de 10 a 20% da quantia gasta na maioria dos pomares de macieiras. Ainda mais importante do que esses excelentes resultados é o fato de que o programa modificado, elaborado por esses entomologistas da Nova Escócia, não está violentando o equilíbrio da natureza. É um programa que está a caminho da realização da filosofia do entomologista canadense G. C. Ullyett, expressa uma década atrás:

> *Precisamos mudar a nossa filosofia, abandonar nossa atitude de superioridade humana e admitir que, em muitos casos, encontramos nos meios ambientes naturais modos e meios de limitar as populações de organismos de uma forma mais econômica do que nós mesmos poderíamos fazer.*

# Os Primeiros Ribombos de uma Avalanche

Se Darwin estivesse vivo hoje, o mundo dos insetos o encantaria e surpreenderia pela impressionante comprovação de suas teorias a respeito da sobrevivência do mais forte. Sob a pressão da pulverização química intensiva, os membros mais fracos das populações de insetos estão sendo exterminados. Agora, em muitas áreas e entre muitas espécies, apenas os fortes e preparados permanecem desafiando os nossos esforços para controlá-los.

Há quase meio século, um professor de entomologia da Faculdade Estadual de Washington, A. L. Melander, fez a pergunta que hoje é puramente retórica: "Será que os insetos se tornam resistentes às pulverizações?". Se a resposta pareceu incerta a Melander, ou se demorou a vir, foi só porque ele fez a pergunta cedo demais — em 1914, em vez de quarenta anos mais tarde. Na era pré-DDT, os químicos inorgânicos, aplicados em uma escala que nos dias atuais pareceria extraordinariamente modesta, produziu em alguns lugares linhagens de insetos capazes de sobreviver à pulverização ou à borrifação química. O próprio Melander teve problemas com a cochonilha de São José, que, durante alguns anos, foi controlada satisfatoriamente por meio da pulverização com calda sulfocálcica. Então os insetos se tornaram resistentes na região de Clarkston, em Washington — eram mais difíceis de matar do que nos pomares dos vales do Wenatchee e Yakima, ou em outros lugares. Subitamente, as cochonilhas de outras regiões dos Estados Unidos pareceram ter a mesma ideia: não precisavam morrer com as pulverizações de calda sulfocálcica, aplicadas com diligência e em abundância pelos

cultivadores. Em boa parte do Meio-Oeste, milhares de acres de belos pomares foram destruídos por insetos agora invulneráveis à pulverização.

Depois, na Califórnia, o método consagrado pelo tempo de colocar tendas de lona sobre as árvores e fumigá-las com ácido cianídrico começou a gerar resultados desapontadores em certas regiões, um problema que estimulou uma pesquisa na Estação Experimental de Citros da Califórnia, iniciada em torno de 1915 e que prosseguiu por um quarto de século. Outro inseto que descobriu um jeito eficaz de resistir foi a mariposa-das-maçãs, na década de 1920, embora o arseniato de chumbo tivesse sido usado com sucesso contra esse inseto por cerca de quarenta anos.

Foi, porém, o advento do DDT e de todos os seus derivados que inaugurou a verdadeira Era da Resistência. Não deveria ser surpresa para ninguém com um mínimo de conhecimento sobre insetos ou sobre a dinâmica das populações animais o fato de que, em um período de muito poucos anos, um problema terrível e perigoso se evidenciou. Apesar disso, a compreensão de que os insetos têm uma arma de defesa eficaz contra os ataques químicos agressivos parece ter demorado a chegar. Apenas aqueles preocupados com os insetos transmissores de doenças parecem, a esta altura, ter despertado inteiramente para a natureza alarmante da situação; a maioria dos agricultores ainda deposita, despreocupadamente, fé no desenvolvimento de produtos químicos novos e cada vez mais tóxicos, embora as atuais dificuldades tenham nascido precisamente desse raciocínio capcioso.

Se o entendimento do fenômeno da resistência dos insetos se deu lentamente, com a resistência em si as coisas foram bem diferentes. Antes de 1945, sabia-se somente de cerca de uma dúzia de espécies que haviam criado resistência a alguns dos inseticidas pré-DDT. Com

os novos agentes químicos orgânicos e os novos métodos de aplicação intensiva, a resistência iniciou uma ascensão meteórica que alcançou o patamar de 137 espécies em 1960. Ninguém acredita que o fim dessa ascensão esteja próximo. Mais de mil estudos técnicos já foram publicados sobre o assunto. A Organização Mundial de Saúde recrutou o auxílio de trezentos cientistas de todas as partes do mundo, declarando que "a resistência é, no momento, o problema mais importante enfrentado pelos programas de controle de insetos". Um ilustre estudioso britânico das populações animais, o dr. Charles Elton, afirmou: "Estamos ouvindo os primeiros ribombos do que pode se tornar uma avalanche, em termos de impacto".

Às vezes a resistência se desenvolve tão rapidamente que a tinta mal secou em um relatório anunciando o sucesso no controle de uma espécie por meio de algum agente químico quando uma correção ao relatório precisa ser publicada. Na África do Sul, por exemplo, os criadores de gado sofrem há muito tempo com a praga do carrapato *Boophilus decoloratus*, que causou, em uma única fazenda, a morte de seiscentas cabeças de gado em um ano. Alguns anos atrás, esse carrapato se mostrava resistente a imersões em arsênico. Então se tentou o hexacloreto de benzeno; por um breve período, tudo pareceu bem. Os relatórios publicados no início de 1949 afirmavam que era possível controlar os carrapatos resistentes ao arsênico com a nova substância; mais tarde no mesmo ano, um aviso sinistro sobre o desenvolvimento de resistência teve de ser publicado. A situação levou um escritor a comentar na *Leather Trades Review* de 1950:

> *Notícias como essas brotando discretamente nos círculos científicos e aparecendo em pequenos setores da imprensa estrangeira seriam o bastante para se tornarem manchetes tão grandes quanto aquelas relacionadas à nova bomba atômica, se a importância da questão fosse devidamente compreendida.*

Embora a resistência dos insetos seja motivo de preocupação na agricultura e na silvicultura, é no campo da saúde pública que se percebe uma apreensão mais forte. A relação entre vários insetos e muitas doenças humanas é antiga. Os mosquitos do gênero *Anopheles* injetam na corrente sanguínea dos seres humanos o organismo unicelular da malária. Outros mosquitos transmitem a febre amarela. Outros ainda transmitem a encefalite. A mosca comum, embora não pique, é capaz de contaminar, pelo contato, os nossos alimentos com o bacilo da disenteria, e desempenha, em muitas partes do mundo, um papel importante na transmissão de doenças oculares. A lista das doenças e dos insetos transmissores, ou vetores, inclui o tifo e os piolhos, a peste bubônica e as pulgas-do-rato, a tripanossomíase africana (doença do sono) e a mosca-tsé-tsé, diversas febres e os carrapatos, além de inúmeros outros.

Esses são problemas importantes que precisam ser enfrentados. Nenhuma pessoa responsável sugere que as doenças transmitidas por insetos devam ser ignoradas. A questão que agora se apresenta com urgência é se seria sensato ou responsável atacar o problema usando métodos que rapidamente o tornam ainda pior. O mundo já ouviu muito sobre a guerra triunfal contra as doenças por meio do controle dos insetos vetores de infecções, mas pouco ouviu sobre o outro lado da história — as derrotas, as vitórias de curta duração que agora corroboram a visão alarmante de que os insetos, o lado inimigo, ficaram mais fortes graças aos nossos esforços. Pior ainda: é possível que tenhamos destruído nossos próprios meios de luta.

Um ilustre entomologista canadense, o dr. A. W. A. Brown, foi contratado pela OMS para fazer uma pesquisa abrangente sobre o problema da resistência. Na monografia resultante, publicada em 1958, ele declarou: “Pouco mais de uma década após a introdução dos potentes inseticidas sintéticos nos programas de saúde pública, o

problema técnico principal é o desenvolvimento da resistência a esses inseticidas pelos insetos que antes eram controlados por eles". Ao publicar a monografia, a OMS alertou que "a ofensiva vigorosa agora em ação contra as doenças transmitidas por artrópodes, como a malária, a febre tifoide e a peste bubônica, corre o risco de resultar em sério fracasso, a menos que esse novo problema seja superado rapidamente".

Qual é a dimensão desse fracasso? A lista de espécies resistentes inclui agora praticamente todos os grupos de insetos de importância médica. Aparentemente, os borrachudos, os maruins e as moscas-tsé-tsé ainda não se tornaram resistentes aos agentes químicos. Por outro lado, a resistência entre as moscas domésticas e os piolhos já aumentou em escala global. Os programas de erradicação da malária são ameaçados pela resistência dos mosquitos. A pulga-do-rato, o vetor principal da peste bubônica, demonstrou recentemente que é resistente ao DDT, um acontecimento muito sério. Os países que relatam a resistência de um grande número de outras espécies representam todos os continentes e a maioria dos arquipélagos.

Provavelmente o primeiro uso médico dos inseticidas modernos ocorreu na Itália, em 1943, quando o Governo Militar Aliado lançou um ataque bem-sucedido contra o tifo ao polvilhar um vasto número de pessoas com DDT. Dois anos mais tarde, foi feita uma extensa pulverização residual para o controle do mosquito da malária. Os primeiros sinais de problemas apareceram apenas um ano depois. Tanto as moscas domésticas quanto os mosquitos do gênero *Culex* começaram a exibir resistência aos inseticidas. Em 1948, experimentou-se usar um novo produto químico, o clordano, como um suplemento ao DDT. Dessa vez, obteve-se um bom controle durante dois anos, mas, em agosto de 1950, surgiram moscas resistentes ao clordano, e ao fim daquele ano todas as moscas

domésticas, assim como os mosquitos *Culex*, pareciam ser resistentes ao clordano. Tão rapidamente quanto os novos agentes químicos eram usados, a resistência aumentava. Ao fim de 1951, o DDT, o metoxicloro, o clordano, o heptacloro e o hexacloreto de benzeno haviam sido acrescentados à lista de substâncias químicas que já não eram eficazes. As moscas, enquanto isso, haviam se tornado "fantasticamente abundantes".

O mesmo ciclo de eventos se repetiu na Sardenha, no fim da década de 1940. Na Dinamarca, os produtos contendo DDT foram empregados pela primeira vez em 1944; em 1947, o controle das moscas fracassara em muitos lugares. Em algumas áreas do Egito, as moscas já haviam criado resistência ao DDT em 1948; passou-se a usar o BHC, que só foi eficaz durante menos de um ano. Uma cidade egípcia, em particular, ilustra bem o problema. Lá, os inseticidas controlaram as moscas de forma satisfatória em 1950. Nesse mesmo ano, a taxa de mortalidade infantil foi reduzida em quase 50%. No ano seguinte, porém, as moscas já eram resistentes ao DDT e ao clordano. A população de moscas retornou ao nível anterior; assim como a mortalidade infantil.

Nos Estados Unidos, a resistência das moscas ao DDT já se havia espalhado pelo vale do Tennessee em 1948. Outras áreas seguiram o mesmo caminho. As tentativas de recuperar o controle por meio da dieldrina obtiveram pouco sucesso, pois em alguns lugares as moscas desenvolveram uma forte resistência a esse agente químico *no prazo de apenas dois meses*. Depois de experimentarem todos os hidrocarbonetos clorados disponíveis, os órgãos de controle recorreram aos fosfatos orgânicos, mas aqui, novamente, repetiu-se o problema da resistência. A atual conclusão dos especialistas é que "o controle da mosca doméstica está além das técnicas inseticidas e, mais uma vez, deve ser baseado no saneamento geral".

O controle dos piolhos em Nápoles foi uma das primeiras e mais alardeadas conquistas do DDT. Durante os anos seguintes, esse sucesso na Itália foi reproduzido no êxito no controle dos piolhos que afetavam a vida de 2 milhões de pessoas no Japão e na Coreia no inverno entre 1945 e 1946. O fracasso no controle da epidemia de tifo na Espanha em 1948 poderia ter servido como uma premonição de problemas futuros. Apesar desse fracasso na prática, experiências encorajadoras, realizadas em laboratório, levaram os entomologistas a crer que seria improvável que os piolhos desenvolvessem resistência. Quando o pó de DDT foi aplicado em um grupo de soldados coreanos, o resultado extraordinário foi um aumento real da infestação de piolhos. Quando os piolhos foram coletados e analisados, descobriu-se que 5% de DDT em pó não causava aumento nenhum na taxa natural de mortalidade desses insetos. Resultados semelhantes entre os piolhos coletados em mendigos em Tóquio, em um asilo em Itabashi e em campos de refugiados na Síria, na Jordânia e no leste do Egito confirmaram a ineficácia do DDT no controle dos piolhos e do tifo. Quando, em 1957, a lista de países nos quais os piolhos haviam-se tornado resistentes ao DDT incluía Irã, Turquia, Etiópia, África do Sul, Peru, Chile, França, Iugoslávia, Afeganistão, Uganda, México e Tanganica, o triunfo inicial na Itália pareceu, de fato, insignificante.

O primeiro mosquito da malária a desenvolver resistência ao DDT foi o *Anopheles sacharovi*, na Grécia. As vastas pulverizações foram iniciadas em 1946, com sucesso inicial; em 1949, porém, os observadores notaram que os mosquitos adultos se concentravam em grandes números sob postes nas estradas, embora estivessem ausentes nas casas e nos estábulos que haviam sido tratados. Logo, esse hábito de pousar do lado de fora das casas se estendeu a cavernas, dependências externas e bueiros, assim como à folhagem e

ao tronco das laranjeiras. Aparentemente os mosquitos adultos se tornaram suficientemente tolerantes ao DDT para escapar das casas pulverizadas, descansar e recobrar as forças ao ar livre. Alguns meses mais tarde, os mosquitos eram capazes de permanecer nas casas, onde eram encontrados pousados em paredes tratadas.

Isso foi um presságio da situação extremamente grave em que nos encontramos agora. A resistência dos mosquitos do grupo *Anopheles* aos inseticidas aumentou com uma velocidade espantosa, criada pela própria amplitude dos programas de pulverizações de residências projetados para eliminar a malária. Em 1956, apenas cinco espécies desses mosquitos demonstravam resistência; no início de 1960, o número havia subido de cinco para 28! Entre eles, há muitos transmissores perigosos da malária na África Ocidental, no Oriente Médio, na América Central, na Indonésia e no Leste europeu.

Entre outros mosquitos, incluindo os transmissores de outras doenças, o padrão se repete. Um mosquito tropical, portador de parasitas responsáveis por doenças como a elefantíase, tornou-se bastante resistente em muitas partes do mundo. Em algumas regiões dos Estados Unidos, o mosquito transmissor da encefalite equina ocidental desenvolveu resistência. Um problema ainda mais sério se refere ao transmissor da febre amarela, por séculos uma das maiores pestes do mundo. Cepas desse mosquito resistentes a inseticidas são encontradas no Sudeste da Ásia, e agora são comuns na região do Caribe.

As consequências da resistência no que diz respeito à malária e a outras doenças são indicadas por relatórios vindos de diversas partes do mundo. Um surto de febre amarela em Trinidad, em 1954, seguiu-se ao insucesso no controle do mosquito transmissor, em virtude da resistência. Houve uma explosão nos casos de malária na Indonésia e no Irã. Na Grécia, Nigéria e Libéria, os mosquitos continuam a

hospedar e transmitir o parasita da malária. Uma redução das doenças diarreicas, obtida na Geórgia por meio do controle das moscas, foi anulada em cerca de um ano. A redução da conjuntivite aguda no Egito, também alcançada por meio do controle temporário das moscas, não durou além de 1950.

Menos sério em termos de saúde humana, mas inconveniente no que se refere ao cálculo em termos de valores econômicos, é o fato de que os mosquitos dos pântanos salgados da Flórida também estão exibindo resistência. Embora não sejam transmissores de doenças, a presença dos enxames sedentos de sangue tornou grandes áreas do litoral da Flórida inabitáveis até que se estabeleceu o controle — difícil e temporário — do inseto. Mas logo esse controle se mostrou ineficaz.

O mosquito doméstico comum está desenvolvendo resistência em alguns lugares, um fato que deveria dar o que pensar às muitas comunidades que hoje programam amplas pulverizações com regularidade. Essa espécie é agora resistente a vários inseticidas — entre eles, o quase universalmente empregado DDT — na Itália, em Israel, no Japão, na França e em certas regiões dos Estados Unidos, até mesmo a Califórnia, Ohio, Nova Jersey e Massachusetts.

Outro problema são os carrapatos. O carrapato transmissor da febre maculosa desenvolveu resistência recentemente; a habilidade do carrapato-vermelho-do-cão de escapar à morte por envenenamento químico foi comprovada, de forma ampla e definitiva, há bastante tempo. O carrapato-vermelho-do-cão é uma espécie semitropical, e quando é encontrado em regiões muito ao norte, como em Nova Jersey, precisa passar o inverno em prédios aquecidos, e não ao ar livre. John C. Pallister, do Museu Norte-Americano de História Natural, relatou, no verão de 1959, que o departamento dele vinha recebendo muitos telefonemas dos

apartamentos vizinhos ao Central Park West. “De vez em quando”, disse o sr. Pallister,

> *todo um prédio de apartamentos fica infestado de carrapatos jovens, e é difícil se livrar deles. Um cachorro pega os carrapatos no Central Park, depois os carrapatos põem ovos, que são chocados nos apartamentos. Eles parecem imunes ao DDT, ao clordano e à maioria dos inseticidas modernos. Não era comum ver carrapatos na cidade de Nova York, mas agora eles estão por toda parte aqui e em Long Island, em Westchester e até em Connecticut. Percebemos isso principalmente nos últimos cinco ou seis anos.*

Em boa parte da América do Norte, a barata-germânica tornou-se resistente ao clordano, outrora a arma favorita dos exterminadores, que agora passaram a usar fosfatos orgânicos. Todavia, o recente desenvolvimento de resistência a esses inseticidas coloca os exterminadores diante do problema de que rumo seguir a partir de agora.

As instituições encarregadas das questões referentes a doenças transmitidas por insetos lidam atualmente com os problemas mudando de um inseticida para outro à medida que a resistência se estabelece. Mas isso não pode continuar indefinidamente, apesar da engenhosidade dos químicos em fornecer novos materiais. O dr. Brown sugeriu que estamos trafegando em uma “via de mão única”. Ninguém sabe quão longa é a via. Se chegarmos ao fim da linha antes de obtermos o controle dos insetos transmissores de doenças, nossa situação ficará realmente crítica.

Com os insetos que infestam as lavouras, a história se repete.

À lista de cerca de uma dúzia de insetos agrícolas que mostram resistência aos agentes químicos inorgânicos de uma era anterior, soma-se agora uma série de outros insetos resistentes ao DDT, ao

BHC, ao lindano, ao toxafeno, à dieldrina, à aldrina e até mesmo aos fosfatos dos quais tanto se esperava. O número total de espécies resistentes entre os insetos destruidores de lavouras havia chegado a 65 em 1960.

Os primeiros casos de resistência ao DDT entre os insetos agrícolas apareceram nos Estados Unidos em 1951, cerca de seis meses após o primeiro uso da substância. Talvez a situação mais problemática seja a da mariposa-das-maçãs, que é agora resistente ao DDT em praticamente todas as regiões de cultivo de macieiras do mundo. A resistência dos insetos do repolho está criando outro problema sério. Os insetos da batata estão fugindo ao controle químico em muitas regiões dos Estados Unidos. Seis espécies de insetos do algodão, além de diversos tripes, mariposas das frutas, cigarras, lagartas, ácaros, afídeos, larvas-arame dos elaterídeos e muitos outros são agora capazes de ignorar o ataque dos fazendeiros com pulverizações químicas.

A indústria química reluta, talvez compreensivelmente, em encarar o fato desagradável da resistência. Mesmo em 1959, com mais de cem das principais espécies de insetos demonstrando resistência clara aos agentes químicos, uma das publicações mais importantes no campo da química agrícola falava em resistência “real ou imaginária” dos insetos. Entretanto, por mais que a indústria tente se iludir mantendo os olhos fechados, o problema não irá simplesmente desaparecer, e apresenta alguns aspectos econômicos desagradáveis. Um desses aspectos é que o custo do controle dos insetos está aumentando constantemente. Não é mais possível estocar materiais com muita antecedência; o que hoje talvez sejam os inseticidas químicos mais promissores podem ser o lamentável fiasco de amanhã. O próprio investimento financeiro substancial necessário para se apoiar e lançar um inseticida pode ir por água abaixo no

momento em que os insetos provem, mais uma vez, que o modo eficaz de se lidar com a natureza não é pela força bruta. Além disso, por mais rapidamente que a tecnologia possa inventar novos usos para inseticidas e novas maneiras de aplicá-los, é provável que, ao alcançar os insetos, eles estejam com uma volta de vantagem.

O próprio Darwin provavelmente não teria encontrado um exemplo melhor do modo como opera a seleção natural do que o mecanismo pelo qual é criada a resistência. Em uma população original, cujos membros variam bastante em termos de estrutura, comportamento e fisiologia, são os insetos "durões" que sobrevivem aos ataques químicos. A pulverização mata os fracos. Os únicos sobreviventes são os insetos que têm alguma característica que lhes permite escapar do risco. Esses são os pais da nova geração, que, por simples hereditariedade, exibem todas as qualidades de resistência inerentes a seus antepassados. Inevitavelmente, conclui-se que a pulverização intensiva com agentes químicos poderosos simplesmente piora o problema que deveria resolver. Após algumas gerações, em vez de uma população mista de insetos fortes e fracos, resulta uma população que consiste inteiramente em linhagens resistentes e "duronas".

Os meios pelos quais os insetos resistem aos produtos químicos provavelmente variam, e até o momento não são de todo compreendidos. Suspeita-se que alguns dos insetos que desafiam o controle químico sejam auxiliados por uma vantagem estrutural, mas parece haver poucas provas reais disso. Que a imunidade existe em algumas linhagens está claro, porém, por observações como as do dr. Briejèr, que relata ter visto moscas no Instituto de Controle de Pestes em Springforbi, na Dinamarca, "brincando no DDT tão à vontade quanto as feiticeiras de antigamente ao saltarem por sobre carvões em brasa".

Relatos semelhantes vêm de outras partes do mundo. Na Malásia, em Kuala Lumpur, os mosquitos, a princípio, reagiram ao DDT abandonando os interiores tratados. À medida que a resistência se desenvolvia, porém, começaram a ser encontrados pousados em superfícies nas quais os depósitos de DDT eram claramente visíveis à luz das tochas. Em um quartel do Exército no sul de Taiwan, foram encontradas amostras de percevejos resistentes que chegavam a carregar depósitos de DDT sobre o corpo. Quando esses percevejos foram colocados experimentalmente em tecido impregnado com DDT, sobreviveram por cerca de um mês; eles continuaram a botar ovos, e os filhotes resultantes cresceram e sobreviveram.

Não obstante, a característica da resistência não depende necessariamente da estrutura física. As moscas resistentes ao DDT têm uma enzima que lhes permite transformar o inseticida em uma substância menos tóxica, conhecida como DDE. Essa enzima ocorre apenas em moscas que apresentam um fator genético que condiciona a resistência ao DDT. Esse fator é, obviamente, hereditário. O processo pelo qual as moscas e outros insetos diminuem a toxicidade de substâncias fosfóricas orgânicas é algo que já não é tão claramente compreendido.

Alguns hábitos comportamentais podem também colocar os insetos fora do alcance dos agentes químicos. Muitos trabalhadores notaram a tendência exibida pelas moscas resistentes de pousarem mais em superfícies horizontais não tratadas do que em paredes tratadas. As moscas domésticas resistentes podem ter o hábito das moscas-de-estábulo de ficarem paradas em um único lugar, reduzindo bastante, assim, a frequência do contato com os resíduos do veneno. Alguns mosquitos da malária mantêm um hábito que reduz a exposição ao DDT a ponto de torná-los virtualmente imunes. Irritados pelas pulverizações, abandonam as cabanas e sobrevivem do lado de fora.

Em geral, a resistência leva dois ou três anos para se desenvolver, embora ocasionalmente o faça em uma única estação, ou até menos. No outro extremo, pode levar até seis anos. O número de gerações produzidas por uma população de insetos em um ano é importante, e varia de acordo com a espécie e o clima. As moscas no Canadá, por exemplo, têm levado mais tempo para desenvolver resistência do que as do Sul dos Estados Unidos, onde os longos verões quentes favorecem um ritmo veloz de reprodução.

De vez em quando surge a pergunta esperançosa: "Se os insetos conseguem se tornar resistentes aos agentes químicos, será que os seres humanos também conseguiriam?". Teoricamente, sim, mas, já que isso levaria centenas ou mesmo milhares de anos, o conforto para aqueles que agora estão vivos é pequeno. A resistência não é algo que se desenvolve em um indivíduo. Se ele exibe ao nascimento algumas características que o fazem menos suscetível do que outros a venenos, a probabilidade de que ele sobreviva e gere filhos é maior. A resistência, portanto, é algo que se desenvolve em uma população ao longo de algumas ou muitas gerações. As populações humanas se reproduzem ao ritmo de aproximadamente três gerações por século, ao passo que as novas gerações de insetos surgem em questão de dias ou semanas.

"É mais sensato, em muitos casos, suportar algum prejuízo do que não ter prejuízo algum por certo tempo, mas ter de pagar por isso a longo prazo com a perda de todos os meios de luta." Esse é o conselho dado na Holanda pelo dr. Briejèr, na qualidade de diretor do Serviço de Proteção às Plantas. "O conselho prático deveria ser 'aplique a menor quantidade de inseticida possível' em vez de 'aplique tanto inseticida quanto puder'. [...] A pressão contra a população da praga deveria ser sempre a mais leve possível."

Infelizmente, esse ponto de vista não foi o que prevaleceu nos serviços agrícolas equivalentes nos Estados Unidos. O *Yearbook* [Anuário] publicado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos em 1952, dedicado inteiramente aos insetos, reconhece o fato de que os insetos se tornaram resistentes, mas diz: "Mais aplicações ou maiores quantidades de inseticida são necessárias, portanto, para um controle adequado". O Departamento não diz o que acontecerá quando os únicos produtos químicos que restarem para serem testados forem os que deixarão a Terra não apenas sem insetos, mas sem vida. Em 1959, porém, apenas sete anos após esse conselho ter sido dado, a *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [Revista de Química Agrícola e Alimentar] citou a declaração de um entomologista de Connecticut a respeito do fato de que, pelo menos em uma ou duas pestes de insetos, *os últimos materiais novos disponíveis* estavam sendo usados.

O dr. Briejèr diz:

> *Está mais do que claro que estamos andando por uma estrada perigosa. [...] Teremos de realizar pesquisas bastante intensas sobre outras medidas de controle, medidas que terão de ser biológicas, e não químicas. O nosso objetivo deveria ser guiar os processos naturais tão cautelosamente quanto possível na direção desejada, em vez de usar a força bruta [...]*
> *Precisamos de uma orientação de princípios mais elevados e de discernimento mais profundo, algo que não vejo em muitos pesquisadores. A vida é um milagre além da nossa compreensão, e deveríamos reverenciá-la mesmo quando temos de lutar contra ela [...] Recorrer a armas como inseticidas para controlá-la é uma prova de conhecimento insuficiente e de uma incapacidade de guiar os processos da natureza para que a força bruta se torne desnecessária. É preciso ter humildade; não há desculpa para a vaidade científica aqui.*

# A Outra Estrada

ENCONTRAMO-NOS, AGORA, no ponto em que duas estradas divergem. Mas, ao contrário das estradas do conhecido poema de Robert Frost, elas não são igualmente belas. A estrada pela qual estamos viajando há tempos é enganosamente fácil, uma superestrada lisa pela qual avançamos em grande velocidade, mas em cujo fim está o desastre. O outro ramo da estrada — o "menos percorrido" — oferece-nos a última, talvez a única possibilidade de alcançarmos um destino que assegure a preservação da nossa Terra.

A escolha, no fim das contas, cabe a nós. Se, depois de muito suportar, nós afirmamos, finalmente, o nosso "direito de saber", e se, sabendo, concluímos que estamos sendo chamados a assumir riscos sem sentido e assustadores, então não devemos mais aceitar o conselho daqueles que nos dizem que devemos encher o nosso mundo com substâncias químicas venenosas. Devemos olhar a nosso redor e ver que outro caminho está aberto para nós.

Uma variedade realmente extraordinária de alternativas ao controle químico dos insetos encontra-se à nossa disposição. Algumas alternativas já estão sendo usadas, e têm alcançado um esplêndido sucesso. Outras estão em fase de testes em laboratório. Outras, por fim, ainda são pouco mais do que ideias na mente de cientistas imaginativos, esperando pela oportunidade de testá-las. Todas elas têm algo em comum: são soluções *biológicas*, baseadas na compreensão dos organismos vivos que elas buscam controlar e de todo o tecido da vida ao qual esses organismos pertencem. Especialistas representando várias áreas do vasto campo da biologia estão contribuindo — entomologistas, patologistas, geneticistas,

fisiologistas, bioquímicos, ecologistas —, todos emprestando seu conhecimento e suas inspirações criativas para a formação da nova ciência dos controles bióticos.

"Toda ciência pode ser comparada a um rio", diz um biólogo da faculdade Johns Hopkins, o professor Carl P. Swanson.

> *Tem um início obscuro e despretensioso; tem seus trechos tranquilos, assim como suas corredeiras; tem seus períodos de seca e outros de enchente. Ganha impulso com o trabalho de muitos pesquisadores e à medida que é alimentada com outras correntes de pensamento; é aprofundada e ampliada pelos conceitos e generalizações que se desenvolvem gradualmente.*

É o que ocorre com a ciência do controle biológico em seu sentido moderno. Nos Estados Unidos, ela teve um início obscuro um século atrás, com a primeira tentativa de introduzir inimigos naturais dos insetos que estavam criando problemas para os agricultores, um esforço que às vezes avançou lentamente, outras vezes estancou, mas que, aqui e ali, ganhou velocidade e impulso sob o ímpeto de algum sucesso extraordinário. Teve seu período de seca quando os especialistas em entomologia aplicada, ofuscados pelos novos e espetaculares inseticidas da década de 1940, deram as costas a todos os métodos biológicos e levaram água para o "moinho do controle químico". Mas o alvo, que era um mundo livre de insetos, continuou a recuar. Agora, enfim, quando se tornou evidente que o uso descuidado e irrestrito de produtos químicos é uma ameaça maior para nós mesmos do que os alvos, o rio da ciência do controle biótico está correndo de novo, alimentado por novas correntes de pensamento.

Alguns dos mais fascinantes entre os novos métodos são os que procuram fazer a força de uma espécie se voltar contra si mesma — usar o ímpeto das forças vitais de um inseto para destruir o próprio

inseto. A mais espetacular dessas abordagens é a técnica de "esterilização masculina", desenvolvida pelo diretor do Ramo de Pesquisas Entomológicas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, dr. Edward Knipling, e seus associados.

Há cerca de um quarto de século, o dr. Knipling surpreendeu os colegas propondo um método singular de controle de insetos. Se fosse possível esterilizar e soltar um grande número de insetos, teorizou ele, os machos esterilizados competiriam, em certas condições, com os machos selvagens normais de forma tão bem-sucedida que, depois de repetidas solturas, apenas ovos inférteis seriam produzidos, e a população se extinguiria.

A proposta foi recebida com inércia burocrática e ceticismo por parte dos cientistas, mas a ideia persistiu na mente do dr. Knipling. Havia um grande problema que precisava ser resolvido antes que a ideia pudesse ser testada: era preciso encontrar um método prático de esterilização de insetos. Academicamente, o fato de que insetos podiam ser esterilizados pela exposição a raios X era conhecido desde 1916, quando um entomologista chamado G. A. Runner relatou a ocorrência de tal esterilização no gorgulho-do-tabaco. O trabalho pioneiro de Hermann Muller sobre a produção de mutações pelos raios X abriu novas e vastas áreas de pensamento no fim da década de 1920 e, na metade do século XX, vários pesquisadores haviam relatado a esterilização, por raios X ou raios gama, de pelo menos uma dúzia de espécies de insetos.

Tratava-se, contudo, de experiências de laboratório, ainda bastante distantes de uma aplicação prática. Por volta de 1950, o dr. Knipling deu início a um sério esforço para transformar a esterilização de insetos em uma arma que pudesse destruir um inseto que era um dos maiores inimigos dos rebanhos do Sul dos Estados Unidos, a mosca-varejeira. As fêmeas dessa espécie depositam os ovos em qualquer

ferida aberta de um animal de sangue quente. As larvas resultantes são parasitas, alimentando-se da carne do hospedeiro. Um bezerro já bem desenvolvido pode morrer devido a uma infestação maciça em dez dias, e as perdas nos rebanhos norte-americanos são estimadas em cerca de 40 milhões de dólares ao ano. O dano causado aos animais selvagens é mais difícil de medir, mas deve ser grande. A escassez de veados em certas regiões do Texas é atribuída à mosca-varejeira. Essa mosca é um inseto tropical ou subtropical, vivendo na América do Sul, na América Central e no México; nos Estados Unidos, ela normalmente ocorre apenas no Sudoeste. Por volta de 1933, todavia, ela foi acidentalmente introduzida na Flórida, onde o clima permitiu que sobrevivesse ao inverno e formasse populações. A mosca-varejeira chegou a entrar no sul do Alabama e da Geórgia, e logo os criadores de gado dos estados do Sudeste precisaram enfrentar perdas anuais de até 20 milhões de dólares.

Uma grande quantidade de informações sobre a biologia da mosca-varejeira havia sido reunida ao longo dos anos pelos cientistas do Departamento de Agricultura, no Texas. Em 1954, após alguns testes de campo preliminares em ilhas da Flórida, o dr. Knipling estava pronto para um teste em escala natural de sua teoria. Para a realização desse teste, por um acordo com o governo holandês, ele foi para a ilha de Curaçao, no Caribe, isolada do continente por pelo menos 80 quilômetros de mar.

A partir de agosto de 1954, as moscas-varejeiras criadas e esterilizadas em um laboratório do Departamento de Agricultura, na Flórida, foram levadas de avião para Curaçao e soltas na proporção de cerca de 150 por quilômetro quadrado por semana. Quase de imediato, o número de massas de ovos depositadas em cabras experimentais começou a diminuir, assim como a fertilidade desses ovos. Apenas sete semanas depois que se iniciou a soltura, todos os

ovos estavam inférteis. Logo se tornou impossível encontrar um uma única massa de ovo, estéril ou não. A mosca-varejeira havia, com efeito, sido erradicada na ilha de Curaçao.

O estrondoso sucesso da experiência de Curaçao estimulou o apetite dos criadores de gado da Flórida, que desejavam que uma façanha semelhante pudesse livrá-los do flagelo das moscas-varejeiras. Embora as dificuldades fossem relativamente enormes nesse caso — uma área trezentas vezes maior do que a pequena ilha do Caribe —, em 1957 o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e o estado da Flórida somaram esforços para fornecer a verba necessária para esse programa de erradicação. O projeto envolveu a produção semanal de cerca de 50 milhões de moscas-varejeiras em uma "fábrica de moscas" especialmente construída e o uso de vinte aeroplanos para seguir rotas de voo predeterminadas, de cinco a seis horas por dia, cada um deles carregando mil caixas de papelão, cada uma contendo de duzentas a quatrocentas moscas previamente submetidas às radiações.

O frio inverno do fim de 1957 e início de 1958, quando temperaturas extremamente baixas atingiram o norte da Flórida, propiciou uma oportunidade inesperada para que se iniciasse o programa em um período em que as populações de mosca-varejeira estavam reduzidas e confinadas a uma pequena área. Quando o programa foi considerado completo, ao fim de 17 meses, 3,5 bilhões de moscas esterilizadas, criadas artificialmente, haviam sido soltas em toda a Flórida e em regiões da Geórgia e do Alabama. A última infestação em alguma ferida de animal que pôde ser atribuída a moscas-varejeiras ocorreu em fevereiro de 1959. Nas semanas seguintes, várias moscas adultas foram apanhadas em armadilhas. Daí em diante, não se viu mais nenhum sinal de moscas-varejeiras. A mosca-varejeira havia sido extinta no Sudeste dos Estados Unidos —

uma demonstração triunfante do valor da criatividade científica, auxiliada por uma pesquisa básica completa, pela persistência e pela determinação.

Agora um regime de quarentena na fronteira do Mississipi busca impedir a reentrada da mosca-varejeira a partir do Sudoeste, onde está firmemente entrincheirada. A erradicação naquele local seria uma realização formidável, considerando a vastidão das áreas envolvidas e a probabilidade de uma reinvasão a partir do México. Apesar dessas dificuldades, os benefícios seriam grandes, e a tendência do Departamento parece ser a de lançar, em breve, algum tipo de programa para, no mínimo, manter as populações de mosca-varejeira em níveis bastante baixos no Texas e em outras áreas infestadas do Sudoeste.

O esplêndido sucesso da campanha da mosca-varejeira tem despertado um grande interesse na aplicação dos mesmos métodos a outros insetos. Nem todos os insetos são, é claro, adequados a essa técnica; isso depende muito de detalhes de seu histórico de vida, densidade de população e reações às radiações.

Os britânicos têm feito experiências na esperança de que esse método possa ser usado contra a mosca-tsé-tsé na Rodésia [atual Zimbábue]. Esse inseto infesta aproximadamente um terço da África, constituindo uma ameaça para a saúde humana e impedindo a criação de rebanhos em uma área de quase 12 milhões de quilômetros quadrados de campos arborizados. Os hábitos da tsé-tsé diferem consideravelmente daqueles da mosca-varejeira e, embora ela possa ser esterilizada por radiação, restam certas dificuldades técnicas a ser resolvidas antes que o método possa ser aplicado.

Os britânicos já testaram várias outras espécies para avaliar sua suscetibilidade à radiação. Os cientistas norte-americanos obtiveram encorajadores resultados iniciais com a mosca-do-melão e a mosca-

das-frutas do Oriente e do Mediterrâneo em testes de laboratório no Havaí e em testes de campo na remota ilha de Rota. A broca-do-milho e a broca-da-cana-de-açúcar também estão sendo testadas. Há a possibilidade, também, de que insetos de importância médica possam ser mantidos sob controle pela esterilização. Um cientista chileno observou que os mosquitos transmissores da malária persistem em seu país, apesar dos tratamentos com inseticida; a liberação de machos estéreis poderia, então, dar o golpe final necessário para eliminar essa população.

As dificuldades óbvias para esterilizar por meio de radiações levaram a pesquisas em busca de um método mais fácil de se obter resultados semelhantes, e há agora uma forte onda de interesse pelos esterilizantes químicos.

Os cientistas do laboratório do Departamento de Agricultura em Orlando, na Flórida, estão agora esterilizando a mosca comum em experiências de laboratório, e até mesmo em algumas experiências em campo aberto, usando produtos químicos incorporados a alimentos adequados. Em um teste feito em uma ilha do arquipélago das Florida Keys, em 1961, uma população de moscas foi quase exterminada em um período de apenas cinco semanas. A região foi, em seguida, repovoada com moscas vindas das ilhas vizinhas, mas, como um projeto-piloto, o teste foi um sucesso. O entusiasmo do Departamento com esse método promissor é fácil de entender. Em primeiro lugar, como já vimos, a mosca comum se tornou agora virtualmente incontrolável por inseticidas. Um método completamente novo de controle é, sem dúvida, necessário. Um dos problemas da esterilização pela radiação é que isso requer não apenas a criação artificial como a soltura de machos estéreis em uma quantidade maior do que a que está presente na população em estado natural. Isso pôde ser feito com a mosca-varejeira, que, na

verdade, não é um inseto abundante. Com a mosca comum, todavia, uma elevação da população a mais do que o dobro por meio de solturas pode ser altamente condenável, mesmo que o aumento seja apenas temporário. Um esterilizador químico, por outro lado, pode ser combinado com uma substância que funcione como isca e introduzido no meio ambiente natural da mosca; os insetos que se alimentarem dele se tornarão estéreis e, com o passar do tempo, as moscas estéreis predominarão e os insetos acabarão sendo extintos.

A realização de testes com produtos químicos para obter um efeito esterilizante é muito mais difícil do que a realização de testes para a criação de venenos químicos. São necessários trinta dias para avaliar um produto químico — mesmo que, evidentemente, vários testes possam ser efetuados simultaneamente. Ainda assim, entre abril de 1958 e dezembro de 1961, várias centenas de substâncias químicas foram examinadas no laboratório de Orlando para se verificar se apresentam efeito esterilizante. O Departamento de Agricultura ficou aparentemente satisfeito ao encontrar, entre essas substâncias, algumas que parecem promissoras.

Outros laboratórios do Departamento estão agora trabalhando nessa questão, testando substâncias químicas para esterilizar a mosca-do-estábulo, o mosquito, o gorgulho-do-algodão e diversos tipos de moscas-das-frutas. Tudo isso se encontra, atualmente, em fase experimental, mas, nos poucos anos desde o início dos trabalhos em busca de quimioesterilizantes, o projeto se desenvolveu imensamente. Em teoria, ele apresenta muitos aspectos atraentes. O dr. Knipling observou que a esterilização química eficaz de insetos "pode facilmente superar alguns dos melhores inseticidas conhecidos". Considere uma situação imaginária em que uma população de um milhão de insetos está quintuplicando a cada geração. Um inseticida pode matar 90% de cada geração, deixando

125 mil insetos vivos após a terceira geração. Em contrapartida, um produto químico que produzisse esterilidade em 90% dos insetos deixaria apenas 125 insetos vivos.

O outro lado da moeda é o fato de existirem produtos químicos extremamente potentes envolvidos nessas pesquisas. Felizmente, ao menos durante esses estágios iniciais, a maioria dos pesquisadores que trabalham com quimioesterilizantes parece estar consciente da necessidade de encontrar substâncias químicas e métodos de aplicação seguros. Não obstante, surgem aqui e ali sugestões de que esses esterilizantes químicos sejam aplicados em pulverizações aéreas — por exemplo, para cobrir as folhagens destruídas pelas larvas de mariposa-cigana. A aplicação de um procedimento desse tipo sem exaustivas pesquisas prévias sobre os riscos envolvidos seria o cúmulo da irresponsabilidade. Se os riscos potenciais dos quimioesterilizantes não forem lembrados constantemente, poderemos facilmente nos ver em apuros ainda maiores do que os que foram criados pelos inseticidas.

Os esterilizantes que estão sendo testados pertencem em geral a dois grupos, ambos extremamente interessantes em seu modo de ação. O primeiro grupo se relaciona de maneira muito íntima com os processos vitais, ou metabolismo, da célula; ou seja, eles se parecem tanto com uma substância de que a célula ou o tecido necessita que o organismo os "confunde" com o verdadeiro metabólito e tenta incorporá-los em seus processos normais de crescimento. Mas o ajuste falha devido a algum detalhe, e o processo é interrompido. Tais substâncias químicas são chamadas de antimetabólitos.

O segundo grupo consiste em substâncias químicas que agem sobre os cromossomos, provavelmente afetando as substâncias químicas dos genes e fazendo que os cromossomos se quebrem. Os quimioesterilizantes desse grupo são agentes alquilantes, substâncias

químicas extremamente reativas, capazes de causar profundas destruições nas células, danos aos cromossomos e mutações. Na opinião do dr. Peter Alexander, do Instituto de Pesquisas Chester Beatty, de Londres, “qualquer agente alquilante que seja eficaz na esterilização dos insetos seria também um poderoso agente mutagênico e cancerígeno”. O dr. Alexander acha que qualquer uso concebível dessas substâncias químicas no controle de insetos estaria “sujeito às mais severas objeções”. É de esperar, portanto, que as atuais experiências não levem ao uso real dessas substâncias quimícas em particular, e sim à descoberta de outras que sejam seguras e também altamente específicas em sua ação contra o inseto-alvo.

Alguns dos mais interessantes entre os trabalhos recentes se relacionam com outros meios de forjar armas a partir dos processos vitais do próprio inseto. Os insetos produzem diversos tipos de venenos, atraentes e repelentes. Qual é a natureza química dessas secreções? Será que poderíamos utilizá-las como, talvez, inseticidas especialmente seletivos? Os cientistas da Universidade de Cornell e de outras instituições estão tentando encontrar as respostas para algumas dessas perguntas estudando os mecanismos de defesa pelos quais muitos insetos se protegem do ataque de predadores, analisando a estrutura química das secreções dos insetos. Outros cientistas estão trabalhando no chamado “hormônio juvenil”, uma substância poderosa que impede a metamorfose da larva do inseto até que o estágio adequado de crescimento tenha sido alcançado.

Talvez o resultado mais imediatamente útil dessa exploração das secreções dos insetos seja o desenvolvimento de iscas, ou substâncias atraentes. Aqui, mais uma vez, foi a natureza que indicou o caminho. A mariposa-cigana é um exemplo particularmente intrigante. A mariposa-fêmea é pesada demais para voar. Ela vive no chão, ou

perto dele, esvoaçando sobre a vegetação baixa ou escalando os troncos das árvores. O macho, ao contrário, é um hábil voador, e é atraído mesmo a consideráveis distâncias por um aroma liberado por glândulas especiais da fêmea. Os entomologistas têm-se aproveitado desse fato por muitos anos, extraindo, com muito esforço, essa substância existente nos corpos das mariposas-fêmeas e que é responsável pela atração sexual. A substância era, então, usada em armadilhas para os machos em operações de recenseamento dentro do perímetro do hábitat do inseto. Mas esse processo é extremamente caro. Apesar das infestações muito divulgadas nos estados do Nordeste dos Estados Unidos, não havia uma quantidade suficiente de mariposas-ciganas para fornecer o material, e as pupas, recolhidas manualmente, tiveram de ser importadas da Europa, muitas vezes ao custo de meio dólar por unidade. Foi, portanto, um passo extraordinário quando, depois de vários anos de esforços, os químicos do Departamento de Agricultura conseguiram, recentemente, isolar a substância atraente. A essa descoberta, seguiu-se o bem-sucedido preparo de um material sintético bastante semelhante a essa substância atraente, ou feromônio, a partir de um componente do óleo de rícino. Essa substância sintética não apenas engana as mariposas-macho como é, ao que parece, tão atraente quanto a substância natural. Basta um micrograma (1/1.000.000 de grama) em uma armadilha para obtermos uma isca eficaz.

O interesse em todas essas pesquisas vai muito além do acadêmico, pois o novo e econômico feromônio sexual sintético pode ser usado não apenas em operações de recenseamento, mas também no trabalho de controle. Várias das possibilidades mais atraentes estão sendo testadas agora. No que poderia ser chamado de uma experiência de guerra psicológica, a substância atraente é combinada com um material granular e distribuída por aeroplanos. O objetivo é

confundir o macho da mariposa-cigana e alterar o seu comportamento normal, de modo que, perturbado pelos aromas atraentes, ele não consiga discernir a verdadeira trilha aromática que leva à fêmea. Essa linha de ataque está sendo levada ainda mais adiante em experiências que visam a induzir o macho a tentar se acasalar com a fêmea artificial. Em laboratório, os machos das mariposas-ciganas têm tentado copular com pedaços de madeira, vermiculites e outros pequenos objetos inanimados quando esses objetos são adequadamente impregnados com feromônio sexual sintético. Se esse desvio do instinto de acasalamento para canais não reprodutivos serviria realmente para reduzir uma população é algo que ainda precisa ser testado, mas é uma possibilidade interessante.

A isca para a mariposa-cigana foi a primeira substância atraente sexual para insetos a ser sintetizada, mas logo, provavelmente, outras mais serão sintetizadas. Diversos insetos agrícolas estão sendo estudados na tentativa de descobrir outras substâncias atraentes que possam ser imitadas artificialmente. Estão sendo obtidos resultados encorajadores com a mosca hessena e a larva do tabaco.

Combinações de substâncias atraentes e venenos estão sendo testadas no combate a diversas espécies de insetos. Os cientistas do governo norte-americano desenvolveram uma substância atraente chamada metileugenol, que os machos da mosca-oriental-das-frutas e da mosca-do-melão acham irresistível. Essa substância foi combinada a um veneno em testes nas ilhas Bonin, 725 quilômetros ao sul do Japão. Pequenos pedaços de fibra de madeira foram impregnados com as duas substâncias químicas e lançadas por aviões sobre toda a cadeia de ilhas para atrair e matar os machos das moscas. Esse programa de “aniquilação dos machos” foi iniciado em 1960: um ano depois, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos estimou que mais de 99% da população havia sido eliminada.

O método aplicado até agora parece ter acentuadas vantagens sobre a pulverização convencional com inseticidas. O veneno, uma substância química à base de fósforo orgânico, fica confinado a quadrados de fibra de madeira que dificilmente serão ingeridos pelos animais selvagens; além disso, os resíduos se dissipam rapidamente e, assim, não são poluentes em potencial do solo ou da água.

Mas nem todas as comunicações no mundo dos insetos são efetuadas por meio de aromas que atraem ou repelem. O som também pode funcionar como um alerta ou um atrativo. A corrente constante de som ultrassônico emitida por um morcego em voo (que serve como um sistema de radar para guiá-lo em meio à escuridão) é ouvida por certas mariposas, o que lhes possibilita evitarem a captura. Os ruídos das asas de moscas parasitas se aproximando alertam as larvas de "moscas de serra" para que se agrupem a fim de se protegerem. Em contraposição, os sons emitidos por certos insetos que perfuram a madeira permitem que os parasitas os encontrem, e o som do bater das asas da fêmea é, para o mosquito-macho, uma canção de sereia.

Como se pode usar, se é que se pode, essa habilidade dos insetos de detectarem e reagirem ao som? Encontram-se em estágio experimental — mas, ainda assim, com resultados interessantes — os experimentos, bem-sucedidos em sua fase inicial, de atrair os mosquitos-macho por meio de gravações do som do voo da fêmea. Os machos foram atraídos para uma grade eletrificada e, assim, mortos. O efeito repelente de descargas de ruído ultrassônico está sendo testado no Canadá para o combate à broca-do-milho e a lagartas-rosca. Dois especialistas em sons de animais, os professores Hubert e Mable Frings, da Universidade do Havaí, acreditam que a criação de um método para influenciar o comportamento de insetos por meio do som aguarda apenas a descoberta da chave adequada

para liberar e aplicar o vasto conhecimento existente sobre a produção e a recepção de sons pelos insetos. Os sons repelentes oferecem maiores possibilidades do que as substâncias atraentes. Os Fringses são conhecidos por sua descoberta de que os estorninhos se dispersam, alarmados, diante de uma gravação do grito de agonia de um de seus companheiros; talvez exista nesse fato alguma verdade central que possa ser aplicada aos insetos. Para os homens práticos das indústrias, as possibilidades parecem suficientemente reais: pelo menos uma grande corporação eletrônica está equipando um laboratório para testá-las.

O som também está sendo testado como um agente de destruição direta. Os ruídos ultrassônicos matam todas as larvas de mosquito em um tanque em laboratório; o problema é que os ruídos matam outros organismos aquáticos também. Em outras experiências, moscas-varejeiras, larvas de tenebrionídeos e mosquitos transmissores da febre amarela foram mortos por ruídos ultrassônicos transmitidos pelo ar em questão de segundos. Todas essas experiências são primeiros passos rumo a conceitos totalmente novos de controle de insetos que os milagres da eletrônica podem, algum dia, tornar realidade.

O novo controle biótico de insetos não se limita a questões de eletrônica, raios gama e outros produtos da mente inventiva dos seres humanos. Alguns de seus métodos têm raízes antigas, baseadas no conhecimento de que, como nós mesmos, os insetos estão sujeitos a doenças. As infecções bacterianas assolam suas populações como as pragas de antigamente; sob o ataque de um vírus, suas hordas adoecem e morrem. A ocorrência de doenças em insetos era conhecida antes dos tempos de Aristóteles; as doenças do bicho-da-seda foram celebradas na poesia medieval e, por meio do estudo das

doenças desse mesmo inseto, Pasteur obteve a primeira compreensão dos princípios das doenças infecciosas.

Os insetos são importunados não apenas por vírus e bactérias, mas também por fungos, protozoários, vermes microscópicos e outros componentes de todo o mundo invisível dos seres vivos minúsculos que, de modo geral, protege a humanidade. Pois os micróbios incluem não apenas organismos que causam doenças, mas também aqueles que destroem resíduos, tornam os solos férteis e participam de incontáveis processos biológicos, como a fermentação e a nitrificação. Por que não deveriam eles nos ajudar também no controle de insetos?

Um dos primeiros biólogos a imaginar o uso de micro-organismos dessa forma foi o zoologista do século XIX, Elie Metchnikoff. Durante as últimas décadas do século XIX e na primeira metade do século XX, a ideia de controle por meio de micróbios estava começando, lentamente, a se formar. A primeira prova conclusiva de que um inseto poderia ser colocado sob controle pela introdução de uma doença em seu meio ambiente surgiu no fim da década de 1930, com a descoberta e o uso, no controle do besouro-japonês, da bacteriose leitosa, causada pelos esporos de uma bactéria pertencente ao gênero *Bacillus*. Esse exemplo clássico de controle por meio de bactérias já conta com um longo histórico de uso no Leste dos Estados Unidos, como observei no Capítulo 7.

Grandes esperanças concentram-se agora nos testes de outra bactéria desse gênero, o *Bacillus thuringiensis*, descoberto na Alemanha, em 1911, na província de Turíngia, onde se observou que ele causava septicemia fatal nas larvas da mariposa-da-farinha. Essa bactéria, na verdade, mata por envenenamento, e não por doença. Dentro de seus bastonetes vegetativos são formados, além dos esporos, peculiares cristais compostos de uma substância proteica

altamente tóxica para certos insetos, especialmente as larvas dos lepidópteros como as mariposas. Logo depois de comer folhagens cobertas com essa toxina, a larva sofre paralisia, para de comer e morre em seguida. Para propósitos práticos, o fato de a alimentação ser interrompida de imediato é, evidentemente, de grande vantagem, pois os danos às lavouras são interrompidos quase em seguida à aplicação do patógeno. Compostos contendo esporos de *Bacillus thuringiensis* estão agora sendo fabricados por várias empresas nos Estados Unidos, sob diversos nomes comerciais. Estão sendo feitos testes de campo em vários países: na França e na Alemanha, contra larvas da mariposa-do-repolho; na Iugoslávia, contra a *Hyphantria cunea*, uma lagarta que tece teias; na União Soviética, contra a "lagarta de barraca" (*Malacosoma*). No Panamá, onde os testes começaram em 1961, esse inseticida bacteriano pode ser a resposta para um ou mais dos graves problemas com que se defrontam os plantadores de banana. Há uma broca-de-raiz que constitui uma grave praga dos bananais, enfraquecendo as raízes de tal forma que as árvores são facilmente derrubadas pelo vento. A dieldrina vinha sendo o único agente químico eficaz contra a broca, mas esse inseticida desencadeou agora uma cadeia de desastres. As brocas estão se tornando resistentes. O agente químico vem também destruindo alguns importantes insetos predadores e, assim, provocando um aumento na quantidade de tortricídeos — mariposas pequenas, de corpo robusto, cujas larvas marcam a superfície das bananas. Há razões para esperar que os novos inseticidas microbianos eliminem tanto os tortricídeos quanto as brocas, e que o façam sem perturbar os controles naturais.

Nas florestas do leste do Canadá e dos Estados Unidos, os inseticidas bacterianos podem ser uma importante resposta aos problemas causados por insetos florestais como os tortricídeos e a

mariposa-cigana. Em 1960, os dois países iniciaram testes de campo com um preparado comercial de *Bacillus thuringiensis*. Alguns dos resultados iniciais têm sido encorajadores. Em Vermont, por exemplo, os resultados finais do controle por meio de bactérias foram tão bons quanto os obtidos com DDT. O principal problema técnico agora é encontrar uma solução transmissora que cole os esporos das bactérias às agulhas das coníferas. Nas lavouras, isso não é problema — pode-se usar até mesmo um pó. Inseticidas bacterianos já foram experimentados em uma ampla variedade de cultivos, em especial na Califórnia.

Paralelamente, outros trabalhos talvez menos espetaculares estão sendo feitos com vírus. Na Califórnia, alguns campos de alfafa estão sendo pulverizados com uma substância tão mortífera quanto qualquer inseticida para a destrutiva lagarta-da-alfafa — uma solução contendo um vírus extraído de corpos de lagartas que morreram devido a uma infecção por essa doença extremamente letal. Os corpos de apenas cinco lagartas com a doença fornecem uma quantidade de vírus suficiente para tratar um acre (4.064,86 metros quadrados) de alfalfa. Em algumas florestas canadenses, um vírus que afeta a mosca-serradeira-do-pinheiro tem-se mostrado tão eficaz no controle que passou a substituir os inseticidas.

Na Tchecoslováquia, cientistas estão fazendo experiências com protozoários para o combate à *Hyphantria cunea*, a lagarta que tece teias, e outros insetos que são pragas. Nos Estados Unidos, descobriu-se que um protozoário parasita reduz a quantidade potencial de ovos da broca-do-milho.

Para algumas pessoas, a expressão “inseticida microbiano” pode evocar imagens de uma guerra bacteriológica capaz de colocar em perigo outras formas de vida. Não é esse o caso. Ao contrário dos agentes químicos, os insetos patogênicos atacam apenas os alvos,

sendo inofensivos a todos os demais seres vivos. O dr. Edward Steinhaus, um renomado especialista em patologia de insetos, afirmou enfaticamente que “não existe nenhum exemplo registrado de um verdadeiro inseto patogênico que tenha causado doenças infecciosas em um animal vertebrado, quer experimentalmente, quer na natureza”. Os insetos patogênicos são tão específicos que infectam apenas um pequeno grupo de insetos — às vezes uma única espécie. Eles não pertencem biologicamente ao tipo de organismos que causam doenças em animais superiores ou em plantas. Além disso, como o dr. Steinhaus observa, na natureza os surtos de doenças de insetos sempre permanecem limitados aos insetos, não afetando nem as plantas hospedeiras nem os animais que deles se alimentam.

Os insetos têm muitos inimigos naturais — não só micróbios de vários tipos, mas também outros insetos. A primeira sugestão de que um inseto poderia ser controlado por incentivos a seus inimigos costuma ser atribuída a Erasmus Darwin, por volta de 1800. Provavelmente, por ter sido o primeiro método de controle biológico praticado em geral, essa técnica de colocar um inseto contra o outro é ampla e erroneamente considerada a única alternativa aos produtos químicos.

Nos Estados Unidos, o verdadeiro início do controle biológico convencional data de 1888, quando Albert Koebele, o primeiro de um exército cada vez maior de exploradores entomologistas, foi para a Austrália em busca de inimigos naturais da cochonilha-branca que ameaçava de destruição a indústria cítrica da Califórnia. Como já vimos no Capítulo 15, a missão foi coroada de espetacular sucesso e, no século seguinte, o mundo foi vasculhado em busca de inimigos naturais para controlar os insetos que haviam ingressado sem convite nos Estados Unidos. Ao todo, cerca de cem espécies de predadores e parasitas importados se estabeleceram no país. Além

das joaninhas-australianas trazidas por Koebele, outras importações foram um grande sucesso. Uma vespa importada do Japão estabeleceu completo controle sobre um inseto que atacava os pomares de macieiras do Leste dos Estados Unidos. Atribui-se a vários inimigos naturais do pulgão-manchado-da-alfafa, importado acidentalmente do Oriente Médio, a salvação das plantações de alfafa da Califórnia. Os parasitas e os predadores da mariposa-cigana permitiram um controle eficiente, assim como a vespa *Tiphia* em relação ao besouro-japonês. Estima-se que o controle biológico das cochonilhas e dos piolhos-farinhentos poupe à Califórnia vários milhões de dólares ao ano — com efeito, um dos principais entomologistas daquele Estado, o dr. Paul DeBach, estimou que, para um investimento de 4 milhões de dólares em trabalho de controle biológico, a Califórnia recebeu um lucro de cem milhões de dólares.

Encontram-se exemplos bem-sucedidos de controle biológico de graves pestes por meio da importação de inimigos naturais em cerca de quarenta países distribuídos por todo o mundo. As vantagens desse tipo de controle sobre os produtos químicos são óbvias: é relativamente barato, permanente e não deixa resíduos venenosos. Apesar disso, o controle biológico tem sofrido com a falta de apoio. A Califórnia é praticamente o único entre os estados norte-americanos a ter um programa formal de controle biológico, e muitos estados não contam sequer com um entomologista que se dedique em tempo integral ao assunto. Talvez por falta de apoio, o controle biológico por meio de insetos inimigos não venha sendo sempre efetuado com os cuidados científicos que requer: raramente são feitos estudos rigorosos de seu impacto sobre as populações de presas de insetos, e as solturas nem sempre são feitas com a precisão que pode significar a diferença entre o sucesso e o fracasso.

O predador e a presa não existem sozinhos, mas como parte de uma vasta teia de vida que precisa ser levada em conta de modo integral. Talvez as oportunidades para os tipos mais convencionais de controle biológico sejam maiores nas florestas. As terras de cultivo da agricultura moderna são extremamente artificiais, diferentes de tudo o que a natureza já concebeu. Mas as florestas são um mundo diferente, muito mais próximo dos ambientes naturais. Lá, com um mínimo de ajuda e um máximo de não interferência da parte dos seres humanos, a natureza pode agir livremente, armando todo aquele maravilhoso e intrincado sistema de equilíbrio de forças que protege a floresta de danos excessivos causados por insetos.

Nos Estados Unidos, os silvicultores parecem estar pensando o controle biológico principalmente em termos de introduções de insetos parasitas e predadores. Os canadenses têm uma visão mais ampla, e alguns europeus foram ainda mais longe ao desenvolver uma ciência de "higiene florestal" a um grau impressionante. Pássaros, formigas, aranhas da floresta e bactérias do solo são parte da floresta tanto quanto as árvores, do ponto de vista dos silvicultores europeus, que tomam o cuidado de inocular as novas florestas com esses fatores de proteção. O encorajamento às aves é um dos primeiros passos. Nesta era moderna de florestamento intensivo, as velhas árvores ocas se foram, e com elas os lares dos pica-paus e de outros pássaros que fazem ninhos no oco das árvores. Essa carência é suprida por caixas de nidificação, que atraem os pássaros de volta à floresta. Outras caixas são projetadas especialmente para corujas e morcegos, de modo que esses animais possam assumir, nas horas escuras da noite, o trabalho de caça aos insetos executado de dia pelos pássaros pequenos.

Isso, no entanto, é apenas o começo. Um dos trabalhos mais fascinantes de controle nas florestas europeias emprega, como

agressivo inseto predador, uma formiga vermelha da floresta — uma espécie que, infelizmente, não ocorre na América do Norte. Cerca de 25 anos atrás, o professor Karl Gösswald, da Universidade de Würzburg, desenvolveu um método de criação e estabelecimento de colônias dessa formiga. Sob sua direção, mais de 10 mil colônias de formiga vermelha foram criadas em cerca de noventa áreas de teste na República Federal da Alemanha. O método do dr. Gösswald foi adotado na Itália e em outros países, onde fazendas de formigas foram criadas para fornecer colônias para serem distribuídas nas florestas. Nos Apeninos, por exemplo, várias centenas de ninhos foram instalados para proteger as áreas reflorestadas.

"Nas florestas onde se possa obter uma combinação da proteção de pássaros e formigas, com alguns morcegos e corujas, o equilíbrio biológico já foi fundamentalmente melhorado", diz o dr. Heinz Ruppertshofen, funcionário do serviço florestal de Mölln, na Alemanha, que acredita que um único predador ou parasita introduzido é menos eficaz do que um conjunto dos "companheiros naturais" das árvores.

As novas colônias de formigas nas florestas do Mölln são protegidas dos pica-paus por meio de redes de arame, para reduzir as perdas. Dessa forma, os pica-paus, que têm aumentado em 400% ao longo de dez anos em algumas das áreas de teste, não reduzem demasiadamente as colônias de formigas, e pagam generosamente pelas formigas que devoram retirando lagartas daninhas das árvores. Grande parte do trabalho de cuidar das colônias de formigas (e também das caixas de nidificação dos pássaros) é assumida por uma jovem equipe da escola local, formada por crianças de dez a catorze anos de idade. Os custos são extraordinariamente baixos; os benefícios se traduzem na proteção permanente das florestas.

Outra característica extremamente interessante do trabalho do dr. Ruppertshofen é o emprego de aranhas — um tipo de trabalho em que ele parece ser pioneiro. Embora haja muitos livros sobre a classificação e a história natural das aranhas, essa literatura é dispersa, fragmentária e não trata, de modo algum, de seu valor como um agente do controle biológico. Dos 22 mil tipos conhecidos de aranhas, 760 são nativas da Alemanha (e cerca de 2 mil dos Estados Unidos). Vinte e nove famílias de aranhas vivem nas florestas alemãs.

Para um silvicultor, o fato mais importante sobre uma aranha é o tipo de teia que ela constrói. As aranhas que tecem teias em forma de roda são as mais importantes, pois as teias de algumas delas são tão cerradas que apanham todos os insetos voadores. Uma teia grande (de até 40 centímetros de diâmetro) da aranha-de-cruz contém cerca de 120 mil nódulos adesivos em seus fios. Uma única aranha pode destruir, em sua vida de dezoito meses, uma média de 2 mil insetos. Uma floresta biologicamente sadia possui entre cinquenta e 150 aranhas por metro quadrado. Nas florestas em que essa proporção é menor, essa deficiência pode ser remediada coletando-se e distribuindo-se os casulos em forma de saco que contêm os ovos. “Três casulos de uma aranha-vespeira ou aranha-cesteira [que ocorre também nos Estados Unidos] produzem mil aranhas, que podem pegar 200 mil insetos voadores”, diz o dr. Ruppertshofen. Os filhotes pequenos e delicados das aranhas de teia de roda que nascem na primavera são especialmente importantes, ele afirma, “porque eles tecem em equipe um perfeito guarda-sol sobre os ramos superiores das árvores e, assim, protegem os jovens brotos contra os insetos voadores”. À medida que as aranhas passam pela mudança de pele e crescem, a rede é ampliada.

Os biólogos canadenses seguiram linhas semelhantes de pesquisa, embora com diferenças ditadas pelo fato de que as florestas da América do Norte são, em sua maioria, naturais e não plantadas, e que as espécies disponíveis para auxiliar na manutenção da saúde da floresta são um tanto diferentes. A ênfase no Canadá recai sobre os pequenos mamíferos, que são espantosamente eficazes no controle de certos insetos, em especial aqueles que vivem no interior do solo esponjoso do chão da floresta. Entre esses insetos, estão o tentredém, também chamado de mosca-serradeira porque a fêmea tem um ovipositor em forma de serra, com o qual ela abre uma brecha nas agulhas das coníferas a fim de depositar os ovos. As larvas, finalmente, caem no chão e formam casulos na turfa de pântanos cobertos de tamargueiras, ou em detritos de carvão sob abetos ou pinheiros. Entretanto, por baixo do chão da floresta, há um mundo alveolado de túneis e passagens de pequenos mamíferos — camundongos-de-patas-brancas, arganazes e musaranhos de várias espécies. De todos esses pequenos roedores que perfuram o solo, os vorazes musaranhos são os que encontram e consomem o maior número de casulos de tendredém. Eles se alimentam firmando uma pata dianteira sobre o casulo e arrancando a extremidade com os dentes, demonstrando uma extraordinária habilidade de diferenciar os casulos cheios dos vazios. Além disso, em seu apetite insaciável, os musaranhos não encontram rivais. Enquanto um arganaz consome cerca de duzentos casulos por dia, um musaranho, dependendo da espécie, pode devorar até oitocentos! Isso pode resultar, conforme testes de laboratório, na destruição de 75 a 98% dos casulos existentes.

Não é de surpreender que a ilha de Newfoundland, onde não há musaranhos nativos e os tentredéns são um incômodo, deseje tão ansiosamente a presença de alguns desses pequenos e eficientes

mamíferos que, em 1958, tenha feito uma tentativa de introdução do musaranho mascarado — o mais eficiente predador dos tendredéns. Os funcionários canadenses relataram, em 1962, que a tentativa foi bem-sucedida. Os musaranhos estão se multiplicando e se espalhando pela ilha, e alguns exemplares marcados foram encontrados a uma distância de até 16 quilômetros do ponto em que foram soltos.

Há, portanto, todo um arsenal de armas disponível para um silvicultor disposto a procurar soluções permanentes que preservem e fortaleçam as relações naturais em uma floresta. O controle de pragas por meio de produtos químicos em uma floresta é, na melhor das hipóteses, uma medida tapa-buracos que não proporciona nenhuma solução real; na pior das hipóteses, mata os peixes dos rios, cria pragas de insetos e destrói os controles naturais e aqueles controles que talvez estejamos tentando introduzir. Com tais medidas violentas, diz o dr. Ruppertshofen,

> *as parcerias entre os seres vivos da floresta são completamente desequilibradas, e as catástrofes causadas por parasitas se repetem em períodos cada vez mais curtos [...] Precisamos, portanto, pôr um fim nessas manipulações antinaturais introduzidas no mais importante e quase que derradeiro espaço vital natural que nos restou.*

Por todas essas novas, imaginativas e criativas abordagens do problema de compartilhar a nossa Terra com outros seres vivos perpassa um tema constante: a consciência de que estamos lidando com a vida — com populações viventes e todas as pressões e contrapressões, avanços e recuos que elas implicam. Só levando em conta essas forças vitais e buscando orientá-las com cautela para canais que são favoráveis para nós mesmos é que podemos esperar

alcançar uma acomodação razoável entre as hordas de insetos e nós mesmos.

A onda atual em favor dos venenos falhou completamente em levar em conta essas considerações mais fundamentais. Como uma arma tão tosca quanto o porrete do homem das cavernas, tem-se lançado um bombardeio de produtos químicos contra o tecido da vida — um tecido, por um lado, delicado e destrutível e, por outro, milagrosamente tenaz e resistente, e capaz de contra-atacar de formas inesperadas. Essas capacidades extraordinárias da vida têm sido ignoradas pelos defensores do controle químico que não agregaram à sua tarefa uma "nobreza de espírito", uma humildade diante das vastas forças com as quais eles interferem.

O "controle da natureza" é uma frase que exprime arrogância, nascida da era Neanderthal da biologia e da filosofia, quando se supunha que a natureza existisse para a conveniência do ser humano. Os conceitos e as práticas da entomologia aplicada datam, em sua maior parte, da Idade da Pedra da ciência. Nossa preocupante tragédia é que uma ciência tão primitiva tenha-se armado com as mais modernas e terríveis armas, e que, ao voltá-las contra os insetos, tenham-nas voltado também contra a Terra.

# Posfácio

QUARENTA ANOS ATRÁS, *Primavera silenciosa* aplicou um choque galvânico na consciência pública e, como resultado, infundiu ao movimento ambientalista uma nova substância e significado. Os efeitos dos pesticidas e de outros poluentes químicos tóxicos sobre o meio ambiente e a saúde pública haviam sido bem documentados antes de *Primavera silenciosa*, mas em fragmentos espalhados pela literatura técnica. Os cientistas ambientais tinham consciência do problema, mas, em geral, eles se concentravam apenas no estreito setor de sua especialidade pessoal. O grande feito de Rachel Carson foi sintetizar esse conhecimento em uma única imagem que todos, tanto os cientistas quanto a população em geral, entendiam facilmente.

A necessidade de um livro como esse era grande, mesmo no mundo da ciência. No tempo em que a gentil bióloga aquática estava pesquisando para escrever *Primavera silenciosa*, a ecologia estava quase no fim da lista das disciplinas científicas em termos de prestígio e apoio; poucos norte-americanos nem sequer sabiam o que a palavra significava. A biologia da conservação, que mais tarde se tornaria uma das disciplinas de crescimento mais rápido, não existia. Naquela época, a cultura científica estava obcecada com o sucesso espetacular da revolução molecular, que colocara a física e a química como a base da biologia. Os pesquisadores estavam aprendendo a reduzir os processos vitais a seus elementos moleculares. Eu, por exemplo, que era um jovem naturalista treinado em biologia de campo, estava ocupado colaborando com químicos orgânicos para

quebrar o código de feromônios usados pelas formigas para organizar suas colônias.

O meio ambiente era excluído também da agenda política principal. Os Estados Unidos, no fim da década de 1950 e início da década de 1960, eram uma nação exuberante e próspera. Sustentada pelo crescimento econômico sem precedentes dos tempos de paz, uma ética do progresso ilimitado prevalecia; entretanto, o país, envolvido em uma guerra fria que ameaçava nosso estilo de vida, estava vulnerável aos formidáveis inimigos que nos cercavam. A União Soviética igualara os Estados Unidos em armamento nuclear e nos vencera no espaço, e na Ásia, a China Continental nos mantinha em uma situação de impasse militar. Em nome de nossa prosperidade e segurança, recompensamos a ciência e a tecnologia com alta estima e depositamos grande confiança na infalibilidade aparente da engenhosidade material. Em consequência, os alertas ambientais eram tratados com irritada impaciência. Para um povo cujos ancestrais, em um passado ainda vivo na memória, haviam colonizado o interior de um vasto continente, e cujo país jamais perdera uma guerra, argumentos em defesa de limites e restrições pareciam quase antipatrióticos.

O espírito da época foi simbolizado pelo conceito do uso pacífico do átomo, que culminou com planos federais de escavar portos e canais de água com explosões nucleares de baixa potência. Uma dessas propostas considerada com seriedade por engenheiros foi a construção instantânea de um canal ao nível do mar paralelo ao canal do Panamá por meio de uma série de detonações cronometradas com precisão. Felizmente, esse sonho em particular nunca saiu da prancheta. Além das complicações na política externa inerentes à divisão da América Central em dois pedaços, havia um risco biológico. A comissão do Conselho de Pesquisa Nacional dos

Estados Unidos que revisou o plano (na qual atuei como membro iniciante) deu o alerta. Nós avisamos que os organismos viventes nas águas rasas do Pacífico oriental eram muito diferentes daqueles do Caribe. As duas faunas, tendo evoluído independentemente uma da outra durante milhões de anos, uma vez separadas pelo istmo do Panamá, iriam agora se misturar pelas correntes vindas do lado do Pacífico. Entre os diversos prováveis infortúnios resultantes, haveria a invasão das águas do Caribe por serpentes marinhas venenosas, além de vespas-do-mar, um tipo de medusa venenosa.

Um segundo exemplo da impetuosidade nacional que tive a oportunidade de testemunhar foi o programa de erradicação da formiga-lava-pés pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Rachel Carson rotulou-o, em *Primavera silenciosa*, de

> *um notável exemplo de experiência mal concebida, mal executada e inteiramente prejudicial de controle de insetos em ampla escala, uma experiência tão cara em termos de dólares, de destruição de vida animal e de perda da confiança pública no Departamento de Agricultura que é incompreensível que ainda se destinem fundos para a sua execução.*

O alvo desse fiasco foi a formiga-lava-pés (*Solenopsis invicta*), uma formiga vermelha importada que havia entrado nos Estados Unidos pelo porto de Mobile, no Alabama, provavelmente em carregamentos vindos da Argentina. As suas colônias, cada uma das quais contendo várias centenas de milhares de formigas operárias extremamente agressivas, constroem ninhos no solo e, sobre esses ninhos, formam montes que podem chegar a 30 centímetros de altura. Essa formiga é também chamada de formiga-de-fogo devido à sua picada, que arde como um fósforo encostado na pele. Não se sabe o momento exato do estabelecimento da espécie nos Estados Unidos, mas provavelmente isso aconteceu na década de 1930. Por uma rara coincidência, fui a

primeira pessoa a registrar, não oficialmente, sua presença. Em 1942, quando eu era um escoteiro de treze anos de idade e estudava as espécies de formiga nas redondezas de minha casa, perto das docas do porto de Mobile, encontrei uma única colônia bem desenvolvida de formigas-lava-pés. Sete anos depois, quando a espécie havia-se tornado abundante o suficiente para ser classificada como uma praga local, fui contratado pelo estado do Alabama para fazer o primeiro estudo abrangente de seus hábitos e distribuição. Descobri que as formigas estavam se espalhando radialmente a partir de Mobile, à velocidade de 8 quilômetros por ano, e já haviam alcançado as fronteiras da Flórida e do Mississipi. A se continuar esse avanço, e com a ajuda da "carona" fornecida por produtos de viveiros e fazendas, elas estavam destinadas a se espalhar ao longo das próximas décadas por todo o Sul, das Carolinas ao Texas.

A formiga vermelha importada lava-pés foi e continua sendo um sério incômodo. Seus ferrões são desagradáveis e, em raras ocasiões, o veneno desencadeia um choque anafilático fatal. As abundantes operárias são conhecidas por atacarem brotos de milho e outras plantações, assim como os filhotes recém-nascidos de pássaros que fazem o ninho no solo. Os montes que elas formam são grandes e suficientemente numerosos a ponto de interferir na operação de máquinas nas fazendas. Apesar disso, a formiga-lava-pés nunca foi, em termos econômicos, uma peste da mesma magnitude que o gorgulho, a mariposa-cigana, a broca-do-milho europeia e outros insetos destrutivos.

O comportamento extravagante e ameaçador dessa formiga, não obstante, causou suficiente preocupação ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, com o entusiástico apoio da indústria de pesticidas, para que este se lançasse em um esforço de erradicação, ou seja, não só de controlar a formiga, mas de removê-la

completamente do solo norte-americano. Em 1958, um milhão de acres (aproximadamente 4 mil quilômetros quadrados) foram pulverizados com os poderosos inseticidas dieldrina e heptacloro. Como Rachel Carson documentou em *Primavera silenciosa*, os resultados ambientais foram catastróficos. Os animais selvagens e domésticos expostos aos venenos, por meio de contato direto ou da água poluída, começaram a sofrer de doenças nervosas muitas vezes fatais. Muitas populações de pássaros foram dizimadas. Os efeitos sobre a saúde humana nunca foram analisados, e os elementos provavelmente destrutivos sobre as populações nativas de insetos — aqueles elementos necessários para o funcionamento saudável dos ecossistemas naturais — raramente foram mencionados.

As formigas-lava-pés voltaram depois do bombardeio indiscriminado de pesticidas e continuaram a se espalhar pelo Sul sem tréguas. Esse desconcertante desfecho era fácil de prever. Na linhagem genética da formiga-lava-pés que então predominava, cada colônia é iniciada por uma única rainha fecundada, e atinge a maturidade em um intervalo de um a três anos. A essa altura, a colônia começa a gerar milhares de novas rainhas, cada uma capaz de viajar a distâncias de quilômetros pelo ar antes de se estabelecer para iniciar uma nova colônia. Apenas uma colônia que sobreviva às pulverizações de veneno é suficiente para repovoar uma área de muitos quilômetros quadrados. Quando um novo nome formal científico foi mais tarde escolhido para a espécie (para eliminar uma confusão em sua história taxonômica), a escolha lógica foi *invicta*, ou seja, invencível. No fim da década de 1960, à medida que o esforço de erradicação desacelerou, eu me senti no direito de chamar a campanha contra a formiga vermelha invencível de “Vietnã da Entomologia”.

Rachel Carson, ao recontar essas histórias de horror em *Primavera silenciosa*, não defendeu o fim do controle das pestes. O que ela defendeu foi o fim da imprudência criadora de riscos que é o uso de pesticidas em larga escala. Essas substâncias, afirmou, jamais deveriam ser disseminadas pelas planícies frutíferas dos Estados Unidos sem o conhecimento adequado e público de seu impacto sobre o meio ambiente e a saúde humana. Em vez disso, ela insistia, precisamos mudar e adotar soluções claras, precisas, baseadas na ciência e no amplo conhecimento ambiental.

De modo geral, os norte-americanos escutaram e começaram a se contrapor à poluição tóxica maciça. A ética de Carson se espalhou para outros países e outras áreas dentro de cada país. Não é possível avaliar com exatidão a influência total de *Primavera silenciosa* sobre o ambientalismo norte-americano. Nas décadas que se seguiram, a mensagem do livro foi combinada a outras iniciativas científicas e literárias e produziu um movimento ativista crescente, inspirado em múltiplas agendas sociais e políticas. Entretanto, qualquer que seja a sua genealogia, ninguém pode negar que o livro de Rachel Carson exerceu, e continua a exercer, grande influência. Em termos de impacto imediato, ele acelerou a resistência aos poluentes químicos que é praticamente universal hoje em dia — em palavras, embora nem sempre em ações. *Primavera silenciosa* se tornou também uma força política nacional, responsável, em grande parte, pela fundação da Agência de Proteção Ambiental, em 1970. A tarefa de vigilância sobre os pesticidas e o Serviço de Inspeção e Segurança Alimentar foram transferidos para esse novo órgão do Departamento de Agricultura, assinalando uma mudança na ênfase das políticas: dos benefícios dos tratamentos de lavouras com produtos químicos para os seus riscos.Um efeito colateral de *Primavera silenciosa* foi o impulso que deu à preservação dos ambientes naturais. Os poluentes

químicos são a terceira causa de extinção de espécies nos Estados Unidos, depois da destruição de hábitats e da "poluição biológica" — a afluência de espécies alienígenas que superam as nativas na competição e as fazem recuar. A preocupação geral com o meio ambiente instigada por *Primavera silenciosa* resultou na aprovação, em 1973, da Lei das Espécies Ameaçadas por uma votação quase unânime no Congresso dos Estados Unidos. Em sua concepção e efeitos, a lei é, de longe, a peça mais importante de legislação sobre conservação ambiental na história norte-americana. Seus sucessos mais espetaculares incluem a recuperação do jacaré-americano, da baleia-cinzenta, da águia-de-cabeça-branca, do falcão-peregrino e da população de pelicanos-pardos no Leste dos Estados Unidos. Todas essas espécies estavam correndo risco de extinção quarenta anos atrás, e todas são agora consideradas relativamente livres de perigo.

O movimento ambientalista, no entanto, ainda é forçado a abrir caminho pelo lado mais escarpado da montanha, mesmo no país que o gerou. Se Rachel Carson estivesse viva hoje, acredito que ela daria aos Estados Unidos uma nota média. O crescimento da consciência pública a respeito do meio ambiente satisfaria à educadora que havia nela; a classificação de seu livro como um clássico literário surpreenderia a escritora, e a existência de novas leis reguladoras contentaria a funcionária governamental frustrada. A naturalista em Rachel Carson, posicionada no centro de suas várias partes, ficaria feliz em saber que planos "ecocidas" como o do canal ao nível do mar e o programa da erradicação da formiga-lava-pés, se fossem propostos hoje, seriam amplamente ridicularizados e abortados no nascedouro.

Apesar disso, ela reconheceria que a guerra entre ambientalistas e exploradores, local e nacional, está longe de encerrada. Ela apenas se atenuou desde 1962, chegando a um equilíbrio mais amortecido.

Embora os proprietários de terras e formuladores de políticas tenham sugerido menos projetos monumentais terrivelmente ruins, eles continuam a lascar, serrar e perfurar os restos do meio ambiente natural norte-americano. Eles dizem, e repetem, que só precisamos de um pouco mais aqui e ali. “Para trás”, respondem os ambientalistas. “A natureza está morrendo sob uma lenta tortura.”

Das 1.254 espécies protegidas pela Lei das Espécies Ameaçadas no fim de 1991, o número daquelas que estão se reduzindo é quatro vezes maior do que o das que estão aumentando em população. Os inimigos da legislação federal sobre o meio ambiente citam essa proporção como uma evidência de que a lei é um fracasso. Essa lógica, se aplicada de modo amplo, exigiria que se fechassem as salas de emergência dos hospitais porque muitas pessoas morrem lá. Eles afirmam que a Lei das Espécies Ameaçadas prejudica o crescimento econômico, ignorando convenientemente o fato de que menos de um em cada mil projetos revistos devido às suas disposições foram cancelados.

Durante os últimos quarenta anos, os Estados Unidos vieram a entender que são um dos principais protagonistas na deterioração do meio ambiente global. Rachel Carson, que aprendia rápido, estaria adiante de nós na compreensão dos efeitos gerais devastadores do crescimento populacional vertiginoso combinado ao esgotamento dos recursos naturais, o adelgaçamento da camada de ozônio, o aquecimento global, o colapso da pesca marinha e — menos diretamente, por meio do comércio exterior, a dizimação das florestas tropicais e a extinção em massa de espécies. Ela lamentaria, tenho certeza, o triste exemplo que os Estados Unidos dão com sua enorme apropriação *per capita* de terras produtivas em todo o mundo para o seu consumo — dez vezes maior do que a dos países em desenvolvimento.

Por outro lado, a dama de Maryland veria algumas esperanças na Cúpula da Terra; no bem-sucedido Protocolo de Montreal, visando à redução dos clorofluorcarbonetos, que destroem a camada de ozônio, e do não tão bem-sucedido Protocolo de Kioto, projetado para desacelerar o aquecimento climático (frustrado ainda em 2002 pela falta da aprovação dos norte-americanos). Ela ficaria animada com as notícias do rápido aumento nas verbas obtido pela força de organizações não governamentais globais como a Conservação Internacional (Conservation International — CI), a Conservação da Natureza (Nature Conservancy — NC) e o Fundo Mundial para a Vida Selvagem (World Wildlife Fund-U.S. — WWF-US).

*Primavera silenciosa* continua a ser um livro digno de nossa atenção porque assinala um momento importante da história, assim como *A cabana do Pai Tomás*, de Harriet Beecher Stowe, e *Our National Parks* [Nossos parques nacionais], de John Muir. Os exemplos e argumentos que ele contém são lições atemporais do tipo que precisamos reexaminar. São atemporais, também, porque a batalha que Rachel Carson ajudou a travar em favor do meio ambiente está longe de ter sido ganha.

Ainda estamos envenenando o ar e a água, e corroendo a biosfera, embora menos do que se Rachel Carson não tivesse escrito. Hoje entendemos melhor do que nunca por que precisamos insistir até o fim no esforço para salvar o meio ambiente, em conformidade com a mente e o espírito da corajosa autora de *Primavera silenciosa*.

# Relação das Principais Fontes

## A OBRIGAÇÃO DE SUPORTAR


REPORT on Environmental Health Problems. Hearings before the Subcommittee of the Committee on Appropriations, House of Representatives. 86th Congress, 2nd session. Washington, D. C.: U.S. Govt. Print Off., March 1960. p. 170.

THE PESTICIDE Situation for 1957-58. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., Commodity Stabilization Service, April 1958. p. 10.

ELTON, Charles S. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. New York: Wiley, 1958.

SHEPARD, Paul. The Place of Nature in Man's World. *Atlantic Naturalist*, v. 13, p. 85-89, April-June 1958.


## ELIXIRES DA MORTE


GLEASON, Marion et al. *Clinical Toxicology of Commercial Products*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1957.

GLEASON, Marion et al. *Bulletin of Supplementary Material: Clinical Toxicology of Commercial Products*. Rochester, N.Y.: Univ. of Rochester, [s.d.]. v. IV, n. 9.

THE PESTICIDE Situation for 1958-59. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., Commodity Stabilization Service, April 1959. p. 1-24.

THE PESTICIDE Situation for 1960-61. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., Commodity Stabilization Service, July 1961. p. 1-23.

HUEPER, W. C. *Occupational Tumors and Allied Diseases*. Springfield, Ill.: Thomas, 1942.

TODD, Frank E.; MCGREGOR, S. E. “Insecticides and Bees”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 131-135.

HUEPER, op. cit.

BOWEN, C. V.; HALL, S. A. “The Organic Insecticides”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 209-218.

VON OETTINGEN, W. F. *The Halogenated Aliphatic, Olefinic, Cyclic, Aromatic, and Aliphatic-Aromatic Hydrocarbons: Including the Halogenated Insecticides, Their Toxicity and Potential Dangers*. Public Health Service Publ. n. 414. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, 1955. p. 341-342.

LAUG, Edwin P. et al. Occurrence of DDT in Human Fat and Milk. *A.M.A. Archives Indus. Hygiene and Occupat. Med.*, v. 3, 1951, p. 245-246.

BISKIND, Morton S. Public Health Aspects of the New Insecticides. *Am. Jour. Diges. Diseases,* v. 20, n. 11, p. 331-341, 1953.

LAUG, Edwin P. et al. Liver Cell Alteration and DDT Storage in the Fat of the Rat Induced by Dietary Levels of 1 to 50 p.p.m. DDT. *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, v. 98, p. 268, 1950.

ORTEGA, Paul et al. Pathologic Changes in the Liver of Rats after Feeding Low Levels of Various Insecticides. *A.M.A. Archives Path.*, v. 64, p. 614-622, Dec. 1957.

FITZHUGH, O. Garth; NELSON, A. A. The Chronic Oral Toxicity of DDT (2,2-BIS p-CHLOROPHENYL-1,1,1-TRI-CHLOROETHANE). *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, v. 89, n. 1, p. 18-30, 1947.

LAUG, Edwin P. et al. Occurrence of DDT in Human Fat and Milk. Loc. cit.

HAYES JR., Wayland J. et al. Storage of DDT and DDE in People with Different Degrees of Exposure to DDT. *A.M.A. Archives Indus. Health*, v. 18, p. 398-406, Nov. 1958.

DURHAM, William F. et al. Insecticide Content of Diet and Body Fat of Alaskan Natives. *Science*, v. 134, n. 3.493, p. 1.880-1.881, 1961.

VON OETTINGEN, op. cit., p. 363.

SMITH, Ray F. et al. Secretion of DDT in Milk of Dairy Cows Fed Low Residue Alfalfa. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 41, p. 759-763, 1948.

LAUG, Edwin P. et al. Occurrence of DDT in Human Fat and Milk. Loc. cit.

FINNEGAN, J. K. et al. "Tissue Distribution and Elimination of DDD and DDT Following Oral Administration to Dogs and Rats". In: *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. New York: Academic Press, Inc., 1949. p. 356-357. v. 72.

LAUG, Edwin P. et al. Liver Cell Alteration and DDT Storage in the Fat of the Rat Induced by Dietary Levels of 1 to 50 p.p.m. DDT. Op. cit.

Chemicals in food products : hearings before the House Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food Products, House of Representatives, Eighty-first and Eighty-second Congress. Govt. Pr., Wash., D.C. (1951), p. 275.

VON OETTINGEN, op. cit., p. 322.

Chemicals in food products. Hearings before the House Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food Products, House of Representatives, Eighty-first Congress, Second session ...

H. Res. 323 ... Washington, D.C.: U. S. Govt. Print. Off., 1951. p. 388-390.

CLINICAL Memoranda on Economic Poisons. U.S. Public Health Service Publ. n. 476. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, 1956. p. 28.

GANNON, Norman; BIGGER, J. H. The Conversion of Aldrin and Heptachlor to Their Epoxides in Soil. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 51, p. 1-2, Feb. 1958.

DAVIDOW, B.; RADOMSKI, J. L. Isolation of an Epoxide Metabolite from Fat Tissues of Dogs Fed Heptachlor. *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, v. 107, p. 259-265, March 1953.

VON OETTINGEN, op. cit., p. 310.

DRINKER, Cecil K. et al. The Problem of Possible Systemic Effects from Certain Chlorinated Hydrocarbons. *Jour. Indus. Hygiene and Toxicol.*, v. 19, p. 283, Sept. 1937.

OCCUPATIONAL Dieldrin Poisoning. Report of the Committee on Toxicology of the American Medical Association. *Jour. Am. Med. Assn.*, v. 172, p. 2.077-2.080, April 1960.

SCOTT, Thomas G. et al. Some Effects of a Field Application of Dieldrin on Wildlife. *Jour. Wildlife Management*, v. 23, p. 409-427, Oct. 1959.

PAUL, A. H. Dieldrin Poisoning – a Case Report. *New Zealand Med. Jour.*, v. 58, p. 393, 1959.

HAYES JR., Wayland J. The Toxicity of Dieldrin to Man. *Bull. World Health Organ.*, v. 20, p. 891-912, 1959.

GANNON, Norman; Decker, G. C. The Conversion of Aldrin to Dieldrin on Plants. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 51, p. 8-11, Feb. 1958.

KITSELMAN, C. H. et al. Toxicological Studies of Aldrin (Compound 118) on Large Animals. *Am. Jour. Vet. Research*, v. 11, p. 378, 1950.

DAHLEN, James H.; HAUGEN, A. O. Effect of Insecticides on Quail and Doves. *Alabama Conservation*, v. 26, n. 1, p. 21-23, 1954.

DEWITT, James B. Chronic Toxicity to Quail and Pheasants of Some Chlorinated Insecticides. *Jour. Agric. and Food Chem.*, v. 4, n. 10, p. 863-866, 1956.

KITSELMAN, C. H. Long Term Studies on Dogs Fed Aldrin and Dieldrin in Sublethal Doses, with Reference to the Histopathological Findings and Reproduction. *Jour. Am. Vet. Med. Assn.*, v. 123, p. 28, 1953.

TREON, J. F.; BORGMANN, A. R. *The Effects of the Complete Withdrawal of Food from Rats Previously Fed Diets Containing Aldrin or Dieldrin*. Cincinnati, Ohio: Kettering Lab., Univ. of Cincinnati, [s.d.]. Mimeo. Quoted from RUDD, Robert L.; GENELLY, Richard E. Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife. *Game Bulletin n. 7*. California: Calif. Dept. of Fish and Game, 1956. p. 52.

MYERS, C. S. Endrin and Related Pesticides: A Review. *Penna. Dept. of Health Research Report n. 45*. Pennsylvania: [s.n.], 1958. Mimeo.

JACOBZINER, Harold; RAYBIN, H. W. Poisoning by Insecticide (Endrin). *New York State Jour. Med.*, v. 59, p. 2.017-2.022, May 15, 1959.

CARE in Using Pesticide Urged. *Clean Streams*, Penna. Dept. of Health, n. 46, June 1959.

METCALF, Robert L., The Impact of the Development of Organophosphorus Insecticides upon Basic and Applied Science. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, v. 5, p. 3-15, March 1959.

MITCHELL, Philip H. *General Physiology*. New York: McGraw-Hill, 1958. p. 14-15.

BROWN, A. W. A. *Insect Control by Chemicals*. New York: Wiley, 1951.

TOIVONEN, T. et al. Parathion Poisoning Increasing Frequency in Finland. *Lancet*, v. 2, n. 7.095, p. 175-176, 1959.

HAYES JR., Wayland J. Pesticides in Relation to Public Health. *Annual Rev. Entomol.*, v. 5, p. 379-404, 1960.

OCCUPATIONAL Disease in California Attributed to Pesticides and Other Agricultural Chemicals. California: Calif. Dept. of Public Health, 1957, 1958, 1959 and 1960.

QUINBY, Griffith E.; LEMMON, A. B. Parathion Residues As a Cause of Poisoning in Crop Workers. *Jour. Am. Med. Assn.*, v. 166, p. 740-746, Feb. 15, 1958.

CARMAN, G. C. et al. Absorption of DDT and Parathion by Fruits. *Abstracts,* 115th Meeting Am. Chem. Soc., p. 30A, 1949.

CLINICAL Memoranda on Economic Poisons. Op. cit., p. 11.

FRAWLEY, John P. et al. Marked Potentiation in Mammalian Toxicity from Simultaneous Administration of Two Anticholinesterase Compounds. *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, v. 121, n. 1, p. 96-106, 1957.

ROSENBERG, Philip; COON, J. M. “Potentiation between Cholinesterase Inhibitors”. In: *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine.* New York: Academic Press, Inc., v. 97, p. 836-839, 1958.

DUBOIS, Kenneth P. Potentiation of the Toxicity of Insecticidal Organic Phosphates. *A.M.A. Archives Industrial Health*, v. 18, p. 488-496, Dec. 1958.

MURPHY, S. D. et al. "Potentiation of Toxicity of Malathion by Triorthotolyl Phosphate". In: *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. New York: Academic Press, Inc., v. 100, p. 483-487, March 1959.

GRAHAM, R. C. B. et al. The Effect of Some Organophosphorus and Chlorinated Hydrocarbon Insecticides on the Toxicity of Several Muscle Relaxants. *Jour. Pharm. and Pharmacol.*, v. 9, p. 312- 319, 1957.

ROSENBERG, Philip; COON, J. M. "Increase of Hexobarbital Sleeping Time by Certain Anticholinesterases". In: *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. New York: Academic Press, Inc., v. 98, p. 650-652, 1958.

DUBOIS, op. cit.

HURD-KARRER, A. M.; POOS, F. W. Toxicity of Selenium-Containing Plants to Aphids. *Science*, v. 84, p. 252, 1936.

RIPPER, W. E. "The Status of Systemic Insecticides in Pest Control Practices". In: *Advances in Pest Control Research*. v. 1. New York: Interscience, 1957. p. 305-352.

OCCUPATIONAL Disease in California Attributed to Pesticides and Other Agricultural Chemicals. Op. cit.

GLYNNE-JONES, G. D.; THOMAS, W. D. E. Experiments on the Possible Contamination of Honey with Schradan. *Annals of Applied Biology*, v. 40, p. 546, 1953.

RADELEFF, R. D. et al. *The Acute Toxicity of Chlorinated Hydrocarbon and Organic Phosphorus Insecticides to Livestock.*

Technical Bulletin n. 1.122. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1955.

BROOKS, F. A. The Drifting of Poisonous Dusts Applied by Airplanes and Land Rigs. *Agric. Engin.*, v. 28, n. 6, p. 233-239, 1947.

STEVENS, Donald B. *Recent Developments in New York State's Program Regarding Use of Chemicals to Control Aquatic Vegetation*. Paper presented at 13th Annual Meeting Northeastern Weed Control Conf., Jan. 8, 1959.

ANON. No More Arsenic. *Economist*, Oct. 10, 1959.

ARSENITES in Agriculture. *Lancet*, v. 1, p. 178, 1960.

HORNER, Warren D. Dinitrophenol and Its Relation to Formation of Cataract. *A.M.A. Archives of Ophthalmology*, v. 27, p. 1.097-1.121, 1942.

WEINBACH, Eugene C. Biochemical Basis for the Toxicity of Pentachlorophenol. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 43, n. 5, p. 393-397, 1957.

## ÁGUAS DA SUPERFÍCIE E MARES SUBTERRÂNEOS

BIOLOGICAL Problems in Water Pollution. Transactions of the 1959 seminar. Technical Report W60-3. Cincinnati, Ohio: U.S. Public Health Service, 1960.

REPORT on Environmental Health Problems. Op. cit., March 1960, p. 78.

TARZWELL, Clarence M. Pollutional Effects of Organic Insecticides to Fishes. *Transactions of the 24th North Am. Wildlife Conf.* Washington, D.C.: Wildlife Management Inst., 1959. p. 132-142.

NICHOLSON, H. Page. Insecticide pollution of Water Resources. *Jour. Am. Waterworks Assn.*, v. 51, p. 981-986, 1959.

WOODWARD, Richard L. Effects of Pesticides in Water Supplies. *Jour. Am. Waterworks Assn.*, v. 52, n. 11, p. 1.367-1.372, 1960.

COPE, Oliver B. "The Retention of DDT by Trout and White fish." In: *Biological Problems in Water Pollution*, op. cit., p. 72- 75.

KUENEN, P. H. *Realms of Water*. New York: Wiley, 1955.

GILLULY, James et al. *Principles of Geology*. San Francisco: Freeman, 1951.

WALTON, Graham. *Public Health Aspects of the Contamination of Ground Water in South Platte River Basin in Vicinity of Henderson, Colorado, August, 1959*. Cincinnati, Ohio: U.S. Public Health Service, Nov. 2, 1959. Mimeo.

REPORT on Environmental Health Problems. Op. cit.

HUEPER, W. C. "Cancer Hazards from Natural and Artificial Water pollutants". In: *Proceedings of Conference on Physiological Aspects of Water Quality*. Washington, D.C.: U.S. Public Health Service, Sept. 8-9, 1960.

HUNT, E. G.; BISCHOFF, A. I. Inimical Effects on Wildlife of Periodic DDD Applications to Clear Lake. *Calif. Fish and Game*, v. 46, n. 1, p. 91-106, 1960.

WOODARD, G. et al. Effects Observed in Dogs Following the Prolonged Feeding of DDT and Its Analogues. *Federation Proc.*, v. 7, n. 1, p. 266, 1948.

NELSON, A. A.; WOODARD, G. Severe Adrenal Cortical Atrophy (Cytotoxic) and Hepatic Damage Produced in Dogs by Feeding DDD or TDE. *A.M.A. Archives Path.*, v. 48, p. 387, 1949.

ZIMMERMANN, B. et al. The Effects of DDD on the Human Adrenal; Attempts to Use an Adrenal-Destructive Agent in the Treatment of Disseminated Mammary and Prostatic Cancer. *Cancer*, v. 9, p. 940-948, 1956.

COHEN, Jesse M. et al. Effect of Fish Poisons on Water Supplies. I. Removal of Toxic Materials. *Jour. Am. Waterworks Assn.*, v. 52, n. 12, p. 1.551-1.565, 1960.

_____. Effect of Fish Poisons on Water Supplies. II. Odor Problems. *Jour. Am. Waterworks Assn.*, v. 53, n. 1, p. 49-61, 1960.

_____. Effect of Fish Poisons on Water Supplies. III. Field Study, Dickinson, North Dakota. *Jour. Am. Waterworks Assn.*, v. 53, n. 2, p. 233-246, 1961.

HUEPER, W. C. "Cancer Hazards from Natural and Artificial Water pollutants". In: op. cit.

## OS REINOS DO SOLO

SIMONSON, Roy W. "What Soils Are". In: *The Yearbook of Agriculture 1957*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1957. p. 17-31.

CLARK, Francis E. "Living Organisms in the Soil". In: *The Yearbook of Agriculture 1957*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1957. p. 157-165.

FARB, Peter. *Living Earth*. New York: Harper, 1959.

LICHTENSTEIN, E. P.; SCHULZ, K. R. Persistence of Some Chlorinated Hydrocarbon Insecticides As Influenced by Soil Types, Rate of Application and Temperature. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 52, n. 1, p. 124-131, 1959.

THOMAS, F. J. D. "The Residual Effects of Crop-Protection Chemicals in the Soil". In: *Proceedings of the 2nd International*

*Plant Protection Conf. (1956)*. England: Fernhurst Research Station, 1956.

ENO, Charles F. Chlorinated Hydrocarbon Insecticides: What Have They Done to Our Soil?. *Sunshine State Agric. Research Report for July 1959*. Gainesville, Fl.: Agricultural Experiment Stations, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1959.

MADER, Donald L. *Effect of Humus of Different Origin in Moderating the Toxicity of Biocides*. Doctorate thesis. Wisconsin: Univ. of Wisconsin, Madison, 1960.

SHEALS, J. G. Soil Population Studies. I. The Effects of Cultivation and Treatment with Insecticides. *Bull. Entomol. Research*, v. 47, p. 803-822, Dec. 1956.

HETRICK, L. A. Ten Years of Testing Organic Insecticides As Soil Poisons against the Eastern Subterranean Termite. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 50, p. 316, 1957.

LICHTENSTEIN, E. P.; POLIVKA, J. B. Persistence of Insecticides in Turf Soils. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 52, n. 2, p. 289-293, 1959.

GINSBURG, J. M.; REED, P. A Survey on DDT-Accumulation in Soils in Relation to Different Crops. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 47, n. 3, p. 467-473, 1954.

CULLINAN, F. P. Some New Insecticides – Their Effect on Plants and Soils. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 42, p. 387-391, 1949.

SATTERLEE, Henry S. The Problem of Arsenic in American Cigarette Tobacco. *New Eng. Jour. Med.*, v. 254, p. 1149-1154, June 21, 1956.

LICHTENSTEIN, E. P. Absorption of Some Chlorinated Hydrocarbon Insecticides from Soils into Various Crops. *Jour.*

*Agric. and Food Chem.*, v. 7, n. 6, p. 430-433, 1959.

Chemicals in food and cosmetics. Hearings before the House Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food and Cosmetics, House of Representatives, Eighty-first Congress,... H. Res. 74 and 447 ... Washington, D.C.: U. S. Govt. Print. Off., 1952. Pt. 3 (1952), p. 1385-1416. Testimony of L. G. Cox.

KLOSTERMEYER, E. C.; SKOTLAND, C. B. *Pesticide Chemicals As a Factor in Hop Die-out*. Washington Agric. Exper. Stations Circular 362 (1959). Washington, D.C.: Washington Agricultural Experiment Stations, 1959.

STEGEMAN, LeRoy C. *The Ecology of the Soil*. Transcription of a seminar. New York: New York State Univ. College of Forestry, 1960.

## O MANTO VERDE DA TERRA

PATTERSON, Robert L. *The Sage Grouse in Wyoming*. Denver: Sage Books, Inc., for Wyoming Fish and Game Commission, 1952.

MURIE, Olaus J. The Scientist and Sagebrush. *Pacific Discovery*, v. 13, n. 4, p. 1, 1960.

PECHANEC, Joseph et al. *Controlling Sagebrush on Rangelands*. U.S. Dept. of Agric. Farmers' Bulletin n. 2.072. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1960.

DOUGLAS, William O. *My Wilderness: East to Katahdin*. New York: Doubleday, 1961.

EGLER, Frank E. *Herbicides: 60 Questions and Answers Concerning Roadside and Rightofway Vegetation Management*. Litchfield, Conn.: Litchfield Hills Audubon Soc., 1961.

FISHER, C. E. et al. *Control of Mesquite on Grazing Lands*. Bulletin 935. Texas: Texas Agric. Exper. Station, Aug. 1959.

GOODRUM, Phil D.; REID, V. H. “Wildlife Implications of Hardwood and Brush Controls”. In: *Transactions of the 21st North Am. Wildlife Conf*. [S.l.]: [s.n.], 1956.

A SURVEY of Extent and Cost of Weed Control and Specific Weed Problems. ARS 34-23. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., March 1962.

BARNES, Irston R. Sprays Mar Beauty of Nature. *Washington Post*, Sept. 25, 1960.

GOODWIN, Richard H.; NIERING, William A. A Roadside Crisis: The Use and Abuse of Herbicides. *Connecticut Arboretum Bulletin n. 11*, p. 1-13, March 1959.

BOARDMAN, William. The Dangers of Weed Spraying. *Veterinarian*, v. 6, p. 9-19, Jan. 1961.

WILLARD, C. J. “Indirect Effects of Herbicides”. In: *Proc. of the 7th Annual Meeting North Central Weed Control Conf*. [S.l.]: [s.d.], 1950. p. 110-112.

DOUGLAS, William O. *My Wilderness: The Pacific West*. New York: Doubleday, 1960.

EGLER, Frank E. *Vegetation Management for Rights-of-Way and Roadsides*. Smithsonian Report for 1953. Washington, D.C.: Smithsonian Inst., 1953. p. 299-322.

BOHART, George E. “Pollination by Native Insects”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 107-121.

EGLER, Frank E. *Vegetation Management for Rights-of-Way and Roadsides*. Op. cit.

NIERING, William A.; EGLER, Frank E. A Shrub Community of *Viburnum lentago*, Stable for Twenty-five Years. *Ecology*, v. 36, p. 356-360, April 1955.

POUND, Charles E.; EGLER, Frank E. Brush Control in Southeastern New York: Fifteen Years of Stable Tree-Less Communities. *Ecology*, v. 34, p. 63-73, Jan. 1953.

EGLER, Frank E. Science, Industry, and the Abuse of Rights of Way. *Science*, v. 127, n. 3.298, p. 573- 580, 1958.

NIERING, William A. Principles of Sound Right-of-Way Vegetation Management. *Econ. Botany*, v. 12, p. 140-144, April-June 1958.

HALL, William C.; NIERING, William A. "The Theory and Practice of Successful Selective Control of 'Brush' by Chemicals". In: *Proc. of the 13*th *Annual Meeting Northeastern Weed Control Conf.* [S.l.]: [s.n.], Jan. 8, 1959.

EGLER, Frank E. Fifty Million More Acres for Hunting?. *Sports Afield*, Dec. 1954.

MCQUILKIN, W. E.; STRICKENBERG, L. R. *Roadside Brush Control with 2,4,5-T on Eastern National Forests.* Northeastern Forest Exper. Station Paper n. 148. Upper Darby, Penna.: [s.n.], 1961.

GOLDSTEIN, N. P. et al. Peripheral Neuropathy after Exposure to an Ester of Dichlorophenoxyacetic Acid. *Jour. Am. Med. Assn.*, v. 171, p. 1.306-1.309, 1959.

BRODY, T. M. "Effect of Certain Plant Growth Substances on Oxidative Phosphorylation in Rat Liver Mitochondria". In: *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.* [S.l.]: [s.n.], 1952. p. 533-536. v. 80.

CROKER, Barbara H. Effects of 2,4-D and 2,4,5-T on Mitosis in *Allium cepa*. *Bot. Gazette*, v. 114, p. 274-283, 1953.

WILLARD. Op. cit.

STAHLER, L. M.; WHITEHEAD, E. J. The Effect of 2,4-D on Potassium Nitrate Levels in Leaves of Sugar Beets. *Science*, v. 112, n. 2.921, p. 749-751, 1950.

OLSON, O.; WHITEHEAD, E. Nitrate Content of Some South Dakota Plants. *Proc. South Dakota Acad. of Sci.*, v. 20, p. 95, 1940.

WHAT'S New in Farm Science. *Agric. Exper. Station Annual Report*. Pt. II, Bulletin 527. Wisconsin: Univ. of Wisc., July 1957. p. 18.

STAHLER; WHITEHEAD, op. cit.

GRAYSON, R. R. Silage Gas Poisoning: Nitrogen Dioxide Pneumonia, a New Disease in Agricultural Workers. *Annals of Internal Medicine*, v. 45, p. 393-408, 1956.

CRAWFORD, R. F.; KENNEDY,W. K. Nitrates in Forage Crops and Silage: Benefits, Hazards, Precautions. *Cornell Misc. Bulletin 37*. New York: New York State College of Agric., June 1960.

BRIEJÈR, C. J., comunicação pessoal à autora.

KNAKE, Ellery L.; SLIFE, F. W. Competition of *Setaria faterii* with Corn and Soybeans. *Weeds*, v. 10, n. 1, p. 26-29, 1962.

GOODWIN; NIERING. Op. cit.

EGLER, Frank E., comunicação pessoal à autora.

DEWITT, James B., comunicação pessoal à autora.

HOLLOWAY, James K. Weed Control by Insect. *Sci. American*, v. 197, n. 1, p. 56-62, 1957.

HOLLOWAY, James K.; HUFFAKER, C. B. “Insects to Control a Weed”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 135-140.

HUFFAKER, C. B.; KENNETT, C. E. A Ten-Year Study of Vegetational Changes Associated with Biological Control of Klamath Weed. *Jour. Range Management*, v. 12, n. 2, p. 69-82, 1959.

BISHOPP, F. C. Insect Friends of Man. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 79-87.

## DEVASTAÇÃO DESNECESSÁRIA

NICKELL; WALTER, comunicação pessoal à autora.

HERE Is Your 1959 Japanese Beetle Control Program. Release. Michigan: Michigan State Dept. of Agric., Oct. 19, 1959.

HADLEY, Charles H.; FLEMING,Walter E. “The Japanese Beetle”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952, p. 567-573.

HERE Is Your 1959 Japanese Beetle Control Program. Op. cit.

NO Bugs in Plane Dusting. *Detroit News*, Nov. 10, 1959.

MICHIGAN Audubon Newsletter, v. 9, Jan. 1960.

NO Bugs in Plane Dusting. Op. cit.

HICKEY, Joseph J. “Some Effects of Insecticides on Terrestrial Birdlife”. In: *Report of Subcommittee on Relation of Chemicals to Forestry and Wildlife*. Special Report n. 6. Madison, Wisc.: [s.n.], Jan. 1961.

SCOTT, Thomas G., dec. 14, 1961, comunicação pessoal à autora.

United States. Congress. House. Committee on Merchant Marine and Fisheries. Subcommittee on Fisheries and Wildlife Conservation. Coordination of pesticides programs: hearings before the Subcommittee on Fisheries and Wildlife Conservation of the Committee on Merchant Marine and Fisheries, House of Representatives, eighty-sixth Congress, second session, on H.R. 11502, to provide for advance consultation with the Fish and Wildlife Service and with state wildlife agencies before the beginning of any federal program involving the use of pesticides or other chemicals designed for mass biological controls : May 3 and 4, 1960. Washington, D.C. : U.S. G.P.O., 1960. p. 66.

SCOTT et al. Op. cit., v. 23, n. 4, p. 409-427, 1959.

HAYES JR., Wayland J. The Toxicity of Dieldrin to Man. *Bull. World Health Organ.*, v. 20, p. 891-912, 1959.

SCOTT, Thomas G., Dec. 14, 1961, Jan. 8, Feb. 15, 1962, comunicação pessoal à autora.

HAWLEY, Ira M. “Milky Diseases of Beetles”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 394-401.

FLEMING, Walter E. “Biological Control of the Japanese Beetle Especially with Entomogenous Diseases”. In: *Proc.of the 10th Internatl. Congress of Entomologists (1956)*. [S.l.]: [s.n.], 1958. p. 115-125. v. 3.

CHITTICK, Howard A. (Fairfax Biological Lab.), Nov. 30, 1960, comunicação pessoal à autora.

SCOTT et al, op. cit.

## E NENHUM PÁSSARO CANTA

FALL Migration – Aug. 16 to Nov. 30, 1958. *Audubon Field Notes,* v. 13, n. 1, p. 1-68, 1959.

SWINGLE, R. U. et al. "Dutch Elm Disease In: *The Yearbook of Agriculture 1949*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1949. p. 451-452.

MEHNER, John F.; WALLACE, George J. Robin Populations and Insecticides. *Atlantic Naturalist*, v. 14, n. 1, p. 4-10, 1959.

WALLACE, George J. Insecticides and Birds. *Audubon Mag*., Jan.-Feb. 1959.

BARKER, Roy J. Notes on Some Ecological Effects of DDT Sprayed on Elms. *Jour. Wildlife Management*, v. 22, n. 3, p. 269-274, 1958.

HICKEY, Joseph J.; HUNT, L. Barrie. Songbird Mortality Following Annual Programs to Control Dutch Elm Disease. *Atlantic Naturalist*, v. 15, n. 2, p. 87-92, 1960.

WALLACE, George J. Insecticides and Birds. Op. cit.

WALLACE, George J. Another Year of Robin Losses on a University Campus. *Audubon Mag*., March-April 1960.

United States. Congress. House. Committee on Merchant Marine and Fisheries. Subcommittee on Fisheries and Wildlife Conservation. Coordination of pesticides programs: hearings before the Subcommittee on Fisheries and Wildlife Conservation of the Committee on Merchant Marine and Fisheries, House of Representatives, eighty-sixth Congress, second session, on H.R. 11502, to provide for advance consultation with the Fish and Wildlife Service and with state wildlife agencies before the beginning of any federal program involving the use of pesticides or other chemicals designed for mass biological controls: May 3 and 4, 1960. Washington, D.C.: U.S. G.P.O., 1960. p. 10, 12.

HICKEY, Joseph J.; HUNT, L. Barrie. Initial Songbird Mortality Following a Dutch Elm Disease Control Program. *Jour. Wildlife Management*, v. 24, n. 3, p. 259-265, 1960.

WALLACE, George J. et al. Bird Mortality in the Dutch Elm Disease Program in Michigan. *Cranbrook Inst. of Science Bulletin 41*. Bloomfield Hills, M.I.: Cranbrook Inst. of Science, 1961.

HICKEY, Joseph J. Some Effects of Insecticides on Terrestrial Birdlife. *Report of Subcom. on Relation of Chemicals to Forestry and Wildlife*. Wisconsin: State of Wisconsin, Jan. 1961. p. 2-43.

WALTON, W. R. *Earthworms As Pests and Otherwise*. Farmers'Bulletin n. 1.569. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1928.

WRIGHT, Bruce S. Woodcock Reproduction in DDT-Sprayed Areas of New Brunswick. *Jour. Wildlife Management*, v. 24, n. 4, p. 419-420, 1960.

DEXTER, R. W. Earthworms in the Winter Diet of the Opossum and the Raccoon. *Jour. Mammal.*, v. 32, p. 464, 1951.

WALLACE et al. Bird Mortality in the Dutch Elm Disease Program in Michigan. Op. cit.

WALLACE, George J. (Testimony). *Coordination of Pesticides Programs*, p. 10.

WALLACE, George J. Insecticides and Birds. Op. cit.

BENT, Arthur C. *Life Histories of North American Jays, Crows, and Titmice*. United States National Museum Bulletin 191. Washington, D.C.: Smithsonian Inst., 1946.

MACLELLAN, C. R. Woodpecker Control of the Codling Moth in Nova Scotia Orchards. *Atlantic Naturalist*, v. 16, n. 1, p. 17-25, 1961.

KNIGHT, F. B. The Effects of Woodpeckers on Populations of the Engelmann Spruce Beetle. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 51, p. 603-607, 1958.

CARTER, J. C., June 16, 1960, comunicação pessoal à autora.

SWEENEY, Joseph A., March 7, 1960, comunicação pessoal à autora.

WELCH, D. S.; MATTHYSSE, J. G. *Control of the Dutch Elm Disease in New York State*. Cornell Extension Bulletin n. 932. New York: New York State College of Agric., June 1960. p. 3-16.

Matthysse, J. G. *An Evaluation of Mist Blowing and Sanitation in Dutch Elm Disease Control Programs*. Cornell Extension Bulletin n. 30. New York: New York State College of Agric., July 1959, p. 2-16.

MILLER, Howard, Jan. 17, 1962, comunicação pessoal à autora.

Matthysse, J. G. *An Evaluation of Mist Blowing and Sanitation in Dutch Elm Disease Control Programs*. Op. cit.

ELTON, Charles S. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. New York: Wiley, 1958.

BROLEY, Charles E. The Bald Eagle in Florida. *Atlantic Naturalist*, p. 230-231, July 1957.

BROLEY, Charles E. The Plight of the American Bald Eagle. *Audubon Mag.*, p. 162-163, July-Aug. 1958.

CUNNINGHAM, Richard L. The Status of the Bald Eagle in Florida. *Audubon Mag.*, p. 24-43, Jan.-Feb. 1960.

VANISHING Bald Eagle Gets Champion. *Florida Naturalist*, p. 64, April 1959.

MCLAUGHLIN, Frank. Bald Eagle Survey in New Jersey. *New Jersey Nature News*, v. 16, n. 2, p. 25, 1959. Interim Report, v. 16, n. 3, p. 51, 1959.

BROUN, Maurice, May 22, 30, 1960, comunicação pessoal à autora.

BECK, Herbert H.,July 30, 1959, comunicação pessoal à autora.

RUDD, Robert L.; GENELLY, Richard E. Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife. *Game Bulletin n. 7.* California: Calif. Dept. of Fish and Game, 1956. p. 57.

DEWITT, James B. Effects of Chlorinated Hydrocarbon Insecticides upon Quail and Pheasants. *Jour. Agric. and Food Chem.*, v. 3, n. 8, p. 672, 1955.

DEWITT, James B. Chronic Toxicity to Quail and Pheasants of Some Chlorinated Insecticides. *Jour. Agric. and Food Chem.*, v. 4, n. 10, p. 863, 1956.

IMLER, Ralph H.; KALMBACH, E. R. The Bald Eagle and Its Economic Status. *U.S. Fish and Wildlife Service Circular 30*. Washington, D.C.: United States Department of the Interior, 1955.

MILLS, Herbert R. Death in the Florida Marshes. *Audubon Mag.*, Sept.-Oct. 1952.

INTERNATIONAL Union for Conservation of Nature. *IUCN Bulletin*, May and Oct. 1957.

THE DEATHS of Birds and Mammals Connected with Toxic Chemicals in the First Half of 1960. Report n. 1 of the British Trust for Ornithology and Royal Soc. for the Protection of Birds. [S.l.]: Com. on Toxic Chemicals, Royal Soc. Protect. Birds, [s.d.].

SIXTH Report from the Estimates Com., Ministry of Agric., Fisheries and Food, Sess. House of Commons, 1960-1961.

CHRISTIAN, Garth. Do Seed Dressings Kill Foxes? *Country Life*, Jan. 12, 1961.

RUDD, Robert L.; GENELLY, Richard E. Avian Mortality from DDT in Californian Rice Fields. *Condor*, v. 57, p. 117-118, March-April 1955.

RUDD; GENELLY. Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife. *Game Bulletin n. 7*. Op. cit.

DYKSTRA, Walter W. Nuisance Bird Control. *Audubon Mag*., p. 118-119, May-June 1960.

BUCHHEISTER, Carl W. What About Problem Birds? *Audubon Mag*., p. 116-118, May-June 1960.

QUINBY, Griffith E.; LEMMON, A. B. Parathion Residues As a Cause of Poisoning in Crop Workers. *Jour. Am. Med. Assn*., v. 166, p. 740-746, Feb. 15, 1958.

## RIOS DE MORTE

KERSWILL, C. J. Effects of DDT Spraying in New Brunswick on Future Runs of Adult Salmon. *Atlantic Advocate*, v. 48, p. 65-68, 1958.

KEENLEYSIDE, M. H. A. Insecticides and Wildlife. *Canadian Audubon*, v. 21, n. 1, p. 1-7, 1959.

KEENLEYSIDE, M. H. A. Effects of Spruce Budworm Control on Salmon and Other Fishes in New Brunswick. *Canadian Fish Culturist*, issue 24, p. 17-22, 1959.

KERSWILL, C. J. *Investigation and Management of Atlantic Salmon in 1956* (also for 1957, 1958, 1959-1960; in 4 parts). Canada: Federal-Provincial Co-ordinating Com. on Atlantic Salmon.

IDE, F. P. Effect of Forest Spraying with DDT on Aquatic Insects of Salmon Streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 86, p. 208-219, 1957.

KERSWILL, C. J., May 9, 1961, comunicação pessoal à autora.

KERSWILL, C. J., June 1, 1961, comunicação pessoal à autora.

WARNER, Kendall; FENDERSON, O. C. *Effects of Forest Insect Spraying on Northern Maine Trout Streams*. Maine: Maine Dept. of Inland Fisheries and Game. Mimeo., [s.d.].

ALDERDICE, D. F.; WORTHINGTON, M. E. Toxicity of a DDT Forest Spray to Young Salmon. *Canadian Fish Culturist*, issue 24, p. 41-48, 1959.

HOURSTON, W. R., May 23, 1961, comunicação pessoal à autora.

GRAHAM, R. J.; SCOTT, D. O. *Effects of Forest Insect Spraying on Trout and Aquatic Insects in Some Montana Streams*. Final Report. Montana: Montana State Fish and Game Dept., 1958.

GRAHAM, R. J. "Effects of Forest Insect Spraying on Trout and Aquatic Insects in Some Montana Streams". In: *Biological Problems in Water Pollution*. Transactions of the 1959 seminar. Technical Report W60-3. Cincinnati, Ohio: U.S. Public Health Service, 1960.

CROUTER, R. A.; VERNON, E. H. Effects of Black-headed Budworm Control on Salmon and Trout in British Columbia. *Canadian Fish Culturist*, Issue 24, p. 23-40, 1959.

WHITESIDE, J. M. Spruce Budworm Control in Oregon and Washington, 1949-1956. *Proc. 10th International Congress of Entomologists* (1956), v. 4, p. 291-302, 1958.

POLLUTION-CAUSED Fish Kills in 1960. U.S. Public Health Service Publ. n. 847, p. 1-20, 1961.

U.S. ANGLERS – Three Billion Dollars. *Sport Fishing Inst. Bull.*, n. 119, Oct. 1961.

POWERS, Edward (Bur. of Commercial Fisheries), comunicação pessoal à autora.

RUDD; GENELLY. Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife. *Game Bulletin n. 7.* Op. cit., p. 88.

BIGLANE, K. E., May 8, 1961, comunicação pessoal à autora.

RELEASE n. 58-38. Penna.: Penna. Fish Commission, Dec. 8, 1958.

RUDD; GENELLY. Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife. *Game Bulletin n. 7.* Op. cit., p. 60.

HENDERSON, C. et al. *The Relative Toxicity of Ten Chlorinated Hydrocarbon Insecticides to Four Species of Fish*. Paper presented at 88th Annual Meeting Am. Fisheries Soc. [S.l.]: [s.n.], 1958.

"THE FIRE Ant Eradication Program and How It Affects Wildlife". Subject of *Proc. Symposium*, 12th Annual Conf. Southeastern Assn. Game and Fish Commissioners, Louisville, Ky., 1958. Columbia, S.C.: Assn.,1958.

EFFECTS of the Fire Ant Eradication Program on Wildlife (report). [S.l.]: U.S. Fish and Wildlife Service, May 25, 1958. Mimeo.

PESTICIDE-WILDLIFE Review, 1959. Bur. Sport Fisheries and Wildlife Circular 84. [S.l.]: U.S. Fish and Wildlife Service, 1960. p. 1-36.

BAKER, Maurice F. "Observations of Effects of an Application of Heptachlor or Dieldrin on Wildlife". In: *Proc. Symposium*,12th Annual Conf. Southeastern Assn. Game and Fish Commissioners, Louisville, Ky., 1958. p. 18-20.

GLASGOW, L. L. “Studies on the Effect of the Imported Fire Ant Control Program on Wildlife in Louisiana”. In: *Proc. Symposium*,12th Annual Conf. Southeastern Assn. Game and Fish Commissioners, Louisville, Ky., 1958. p. 24-29.

PESTICIDE-WILDLIFE Review, 1959. Op. cit.

PROGRESS in Sport Fishery Research, 1960. Bur. Sport Fisheries and Wildlife Circular 101. [S.l.]: U.S. Fish and Wildlife Service, 1960.

RESOLUTION Opposing Fire-Ant Program Passed by American Society of Ichthyologists and Herpetologists. *Copeia*, n. 1, p. 89, 1959.

YOUNG, L. A.; NICHOLSON, H. P. Stream Pollution Resulting from the Use of Organic Insecticides. *Progressive Fish Culturist*, v. 13, n. 4, p. 193-198, 1951.

RUDD; GENELLY. Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife. *Game Bulletin n. 7*. Op. cit.

LAWRENCE, J. M. Toxicity of Some New Insecticides to Several Species of Pondfish. *Progressive Fish Culturist*, v. 12, n. 4, p. 141-146, 1950.

PIELOW, D. P. Lethal Effects of DDT on Young Fish. *Nature*, v. 158, n. 4.011, p. 378, 1946.

HERALD, E. S. Notes on the Effect of Aircraft-Distributed DDT-Oil Spray upon Certain Philippine Fishes. *Jour. Wildlife Management*, v. 13, n. 3, p. 316, 1949.

REPORT of Investigation of the Colorado River Fish Kill, January, 1961. Texas: Texas Game and Fish Commission, 1961. Mimeo.

HARRINGTON JR., R. W., Jr.; BIDLINGMAYER, W. L. Effects of Dieldrin on Fishes and Invertebrates of a Salt Marsh. *Jour.*

*Wildlife Management*, v. 22, n. 1, p. 76-82, 1958.

MILLS, Herbert R. Death in the Florida Marshes. *Audubon Mag*., Sept.-Oct. 1952.

SPRINGER, Paul F.; WEBSTER, John R. *Effects of DDT on Saltmarsh Wildlife: 1949*. Special Scientific Report: Wildlife n. 10. Washington: U.S. Fish and Wildlife Service, 1949.

PEARSON, John C., comunicação pessoal à autora.

BUTLER, Philip A. "Effects of Pesticides on Commercial Fisheries". In: *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 13th Annual Session*, James B. Higman, Editor. University of Miami, Gulf and Caribbean Institute, Coral Gables, FL. p. 168-171. Nov. 1960.

## LANÇADOS INDISCRIMINADAMENTE DOS CÉUS

PERRY, C. C. *Gypsy Moth Appraisal Program and Proposed Plan to Prevent Spread of the Moths*. Technical Bulletin n. 1.124. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., Oct. 1955.

CORLISS, John M. "The Gypsy Moth". In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 694-698.

WORRELL, Albert C. Pests, Pesticides, and People. Offprint from *Am. Forests Mag*., July 1960.

CLAUSEN, C. P. "Parasites and Predators". In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 380-388.

PERRY. Op. cit.

WORRELL. Op. cit.

USDA Launches Large-Scale Effort to Wipe Out Gypsy Moth. Press release. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., March 20, 1957.

WORRELL. Op. cit.

MURPHY, Robert Cushman et al. v. BENSON, Ezra Taft et al. U.S. District Court, Eastern District of New York, Oct. 1959, Civ. n. 17.610.

MURPHY et al. v. BENSON et al. Petition for a Writ of Certiorari to the U.S. Court of Appeals for the Second Circuit, Oct. 1959.

WALLER, W. K. Poison on the Land. *Audubon Mag*., p. 68-71, March-April 1958.

MURPHY et al. v. BENSON et al. U.S. Supreme Court Reports, Memorandum Cases, n. 662, March 28, 1960.

WALLER, op. cit.

AM. Bee Jour., p. 224, June 1958.

MURPHY et al. v. BENSON et al. U.S. Court of Appeals, Second Circuit. Brief for Defendant-Appellee Butler, n. 25,448, March 1959.

BROWN JR., William L. Mass Insect Control Programs: Four Case Histories. *Psyche*, v. 68, n. 2-3, p. 75-111, 1961.

ARANT, F.S. et al. Facts about the Imported Fire Ant. *Highlights of Agric. Research*, v. 5, n. 4, 1958.

BROWN JR., op. cit.

PESTICIDES: Hedgehopping into Trouble?. *Chemical Week*, p. 97, Feb. 8, 1958.

ARANT, F.S. et AL, op. cit.

BYRD, I. B. “What Are the Side Effects of the Imported Fire Ant Control Program?”. In: *Biological Problems in Water Pollution*. Transactions of the 1959 seminar. Technical Report W60-3. Cincinnati, Ohio: U.S. Public Health Service, 1960. p. 46-50.

HAYS, S. B.; HAYS, K. L. Food Habits of *Solenopsis saevissima richteri* Forel. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 52, n. 3, p. 455-457, 1959.

CARO, M. R. et al. Skin Responses to the Sting of the Imported Fire Ant. *A.M.A. Archives Dermat.*, v. 75, p. 475-488, 1957.

BYRD, op. cit.

BAKER, Maurice F. *Virginia Wildlife*, Nov. 1958.

BROWN JR., op. cit.

PESTICIDE-WILDLIFE Review, 1959. Op. cit.

"THE FIRE Ant Eradication Program and How It Affects Wildlife". Op. cit.

WRIGHT, Bruce S. Woodcock Reproduction in DDT-Sprayed Areas of New Brunswick. *Jour. Wildlife Management*, v. 24, n. 4, p. 419-420, 1960.

CLAWSON, Sterling G. Fire Ant Eradication – and Quail. *Alabama Conservation.*, v. 30, n. 4, p. 14, 1959.

ROSENE, Walter. "Whistling-Cock Counts of Bobwhite Quail on Areas Treated with Insecticide and on Untreated Areas, Decatur County, Georgia". In: *Proc. Symposium*,12th Annual Conf. Southeastern Assn. Game and Fish Commissioners, Louisville, Ky., 1958. p. 14-18.

PESTICIDE-WILDLIFE Review, 1959. Op. cit.

COTTAM, Clarence. *The Uncontrolled Use of Pesticides in the Southeast*. Address to Southeastern Assn. Fish, Game and Conservation Commissioners. Oct. 1959.

POITEVINT, Otis L. *Address to Georgia Sportsmen's Fed.* Oct. 1959.

ELY, R. E. et al. Excretion of Heptachlor Epoxide in the Milk of Dairy Cows Fed Heptachlor-Sprayed Forage and Technical Heptachlor. *Jour. Dairy Sci.*, v. 38, n. 6, p. 669-672, 1955.

GANNON, N. et al. Storage of Dieldrin in Tissues and Its Excretion in Milk of Dairy Cows Fed Dieldrin in Their Diets. *Jour. Agric. and Food Chem.*, v. 7, n. 12, p. 824-832, 1959.

INSECTICIDE Recommendations of the Entomology Research Division for the Control of Insects Attacking Crops and Livestock for 1961. Handbook n. 120. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1961.

PECKINPAUGH, H. S. (Ala. Dept. of Agric. and Indus.), March 24, 1959, comunicação pessoal à autora.

HARTMAN, H. L. (La. State Board of Health), March 23, 1959, comunicação pessoal à autora.

LAKEY, J. F. (Texas Dept. of Health), March 23, 1959, comunicação pessoal à autora.

DAVIDOW, B.; RADOMSKI, J. L. Metabolite of Heptachlor, Its Analysis, Storage, and Toxicity. *Federation Proc.*, v. 11, n. 1, p. 336, 1952.

Food and Drug Administration, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, in *Federal Register*, Oct. 27, 1959.

BURGESS, E. D. (U.S. Dept. of Agric.), june 23, 1961, comunicação pessoal à autora.

FIRE Ant Control is Parley Topic. *Beaumont [Texas] Journal*, Sept. 24, 1959.

United States. Congress. House. Committee on Merchant Marine and Fisheries. Subcommittee on Fisheries and Wildlife Conservation. Coordination of pesticides programs: hearings

before the Subcommittee on Fisheries and Wildlife Conservation of the Committee on Merchant Marine and Fisheries, House of Representatives, eighty-sixth Congress, second session, on H.R. 11502, to provide for advance consultation with the Fish and Wildlife Service and with state wildlife agencies before the beginning of any federal program involving the use of pesticides or other chemicals designed for mass biological controls: May 3 and 4, 1960. Washington, D.C. : U.S. G.P.O., 1960. p.45.

NEWSOM, L. D. (Head, Entomol. Research, La. State Univ.), March 23, 1962, comunicação pessoal à autora.

GREEN, H. B.; HUTCHINS, R. E. *Economical Method for Control of Imported Fire Ant in Pastures and Meadows*. Sheet 586. Mississippi: Miss. State Univ. Agric. Exper. Station Information, May 1958.

## MUITO ALÉM DOS SONHOS DOS BÓRGIA

United States. Congress. House. Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food Products. *Chemicals in food products. Hearings before the House Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food Products, House of Representatives, Eighty-first Congress, Second session ... H. Res. 323* ... Washington, D.C.: U. S. Govt. Print. Off., 1951. p. 388-90.

CLOTHES Moths and Carpet Beetles. Home and Garden Bulletin n. 24. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., Home and Garden, 1961.

MULRENNAN, J. A., March 15, 1960, comunicação pessoal à autora.

NEW York Times, May 22, 1960.

PETTY, Charles S. Organic Phosphate Insecticide Poisoning. Residual Effects in Two Cases. *Am. Jour. Med.*, v. 24, p. 467-470,

1958.

MILLER, A. C. et al. Do People Read Labels on Household Insecticides?. *Soap and Chem. Specialties*, v. 34, n. 7, p. 61-63, 1958.

HAYES JR., Wayland J. et al. “Storage of DDT and DDE in People with Different Degrees of Exposure to DDT”. Op. cit.

WALKER, Kenneth C. et al. Pesticide Residues in Foods. Dichlorodiphenyltrichloroethane and Dichlorodiphenyldichloroethylene Content of Prepared Meals. *Jour. Agric. and Food Chem.*, v. 2, n. 20, p. 1.034-1.037, 1954.

HAYES JR., Wayland J. et al. The Effect of Known Repeated Oral Doses of Chlorophenothane (DDT) in Man. *Jour. Am. Med. Assn.*, v. 162, n. 9, p. 890-897, 1956.

MILSTEAD, K. L. *Highlights in Various Areas of Enforcement*. Address to 64th Annual Conf. Assn. of Food and Drug Officials of U.S., Dallas, June 1960.

DURHAM, William et al. Insecticide Content of Diet and Body Fat of Alaskan Natives. *Science*, v. 134, n. 3.493, p. 1.880-1.881, 1961.

PESTICIDES- 1959. *Jour. Agric. and Food Chem.*, v. 7, n. 10, p. 674-688, 1959.

ANNUAL Reports. [S.l.]: Food and Drug Administration, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare. For 1957, p. 196, 197; 1956, p. 203.

MARKARIAN, Haig et al. Insecticide Residues in Foods Subjected to Fogging under Simulated Warehouse Conditions. *Abstracts,* 135th Meeting Am. Chem. Soc., April 1959.

## O PREÇO HUMANO

PRICE, David E. Is Man Becoming Obsolete?. *Public Health Reports*, v. 74, n. 8, p. 693-699, 1959.

REPORT on Environmental Health Problems. Hearings before the Subcommittee of the Committee on Appropriations, House of Representatives. 86th Congress, 2nd session. Washington, D. C., March 1960. p. 34.

DUBOS, Rene. *Mirage of Health*. New York: Harper, 1959. p. 171. (World Perspectives Series).

MEDICAL Research: A Midcentury Survey. Unsolved Clinical Problems in Biological Perspective. v. 2. Boston: Little, Brown, 1955. p. 4.

"Chemicals in Food Products," *Hearings*, 81st Congress, H.R. 323, Com. to Investigate Use of Chemicals in Food Products, 1950, p. 5. Testimony of A. J. Carlson.

PAUL, A. H. Dieldrin Poisoning – a Case Report. *New Zealand Med. Jour.*, v. 58, p. 393, 1959.

Insecticide Storage in Adipose Tissue (editorial). *Jour. Am. Med. Assn.*, v. 145, p. 735-736, March 10, 1951.

MITCHELL, Philip H. *A Textbook of General Physiology*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1956.

MILLER, B. F.; GOODE, R. *Man and His Body: The Wonders of the Human Mechanism*. New York: Simon and Schuster, 1960.

DUBOIS, Kenneth P. Potentiation of the Toxicity of Insecticidal Organic Phosphates. *A.M.A. Archives Indus. Health*, v. 18, p. 488-496, Dec. 1958.

GLEASON, Marion et al. *Clinical Toxicology of Commercial Products*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1957.

CASE, R. A. M. Toxic Effects of DDT in Man. *Brit. Med. Jour.*, v. 2, p. 842-845, Dec. 15, 1945.

WIGGLESWORTH, V. D. A Case of DDT Poisoning in Man. *Brit. Med. Jour.*, v. 1, p. 517, April 14, 1945.

HAYES JR., Wayland J. et al. The Effect of Known Repeated Oral Doses of Chlorophenothane (DDT) in Man. Op. cit.

HARGRAVES, Malcolm M. *Chemical Pesticides and Conservation Problems*. Address to 23rd Annual Conv. Natl. Wildlife Fed. Feb. 27, 1959. Mimeo.

HARGRAVES, Malcolm M.; HANLON, D. G. *Leukemia and Lymphoma – Environmental Diseases?*. Paper presented at Internatl. Congress of Hematology. Japan, Sept. 1960. Mimeo.

United States. Congress. House. Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food Products. *Chemicals in food products. Hearings before the House Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food Products, House of Representatives, Eighty-first Congress, Second session ... H. Res. 323* ... Washington, D.C.: U. S. Govt. Print. Off., 1951.

THOMPSON, R. H. S. Cholinesterases and Anticholinesterases. *Lectures on the Scientific Basis of Medicine*, Univ. of London, v. II, 1952-1953. London: Athlone Press, 1954.

LAUGH, E. P.; KEENZ, F. M. Effect of Carbon Tetrachloride on Toxicity and Storage of Methoxychlor in Rats. *Federation Proc.*, v. 10, p. 318, March 1951.

HAYES JR., Wayland J. The Toxicity of Dieldrin to Man. Op. cit.

ABUSE of Insecticide Fumigating Devices. *Jour. Am. Med. Assn.*, v. 156, p. 607-608, Oct. 9, 1954.

United States. Congress. House. Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food Products. *Chemicals in food products. Hearings before the House Select Committee to Investigate the Use of Chemicals in Food Products, House of Representatives, Eighty-first Congress, Second session ... H. Res. 323* ... Washington, D.C.: U. S. Govt. Print. Off., 1951. p. 28-29.

SMITH, M. I.; ELROVE, E. Pharmacological and Chemical Studies of the Cause of So-Called Ginger Paralysis. *Public Health Reports*, v. 45, p. 1.703-1.716, 1930.

DURHAM, W. F. et al. Paralytic and Related Effects of Certain Organic Phosphorus Compounds. *A.M.A. Archives Indus. Health*, v. 13, p. 326-330, 1956.

BIDSTRUP, P. L. et al. Anticholinesterases (Paralysis in Man Following Poisoning by Cholinesterase Inhibitors). *Chem. and Indus.*, v. 24, p. 674-676, 1954.

GERSHON, S.; SHAW, F. H. Psychiatric Sequelae of Chronic Exposure to Organophosphorus Insecticides. *Lancet*, v. 7.191, p. 1.371-1.374, June 24, 1961.

## POR UMA JANELA ESTREITA

WALD, George. Life and Light. *Sci. American*, p. 40-42, Oct. 1959.

RABINOWITCH, E. I. Quoted in *Medical Research: A Midcentury Survey. Unsolved Clinical Problems in Biological Perspective*. v. 2, Boston: Little, Brown, 1955. p. 25.

ERNSTER, L.; LINDBERG, O. Animal Mitochondria. *Annual Rev. Physiol.*, v. 20, p. 13-42, 1958.

SIEKEVITZ, Philip. Powerhouse of the Cell. *Sci. American*, v. 197, n. 1, p. 131-140, 1957.

GREEN, David E. Biological Oxidation. *Sci. American*, v. 199, n. 1, p. 56-62, 1958.

LEHNINGER, Albert L. Energy Transformation in the Cell. *Sci. American*, v. 202, n. 5, p. 102-114, 1960.

LEHNINGER, Albert L. *Oxidative Phosphorylation*. Harvey Lectures (1953-54), Ser. XLIX, Harvard University. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1955. p. 176-215.

SIEKEVITZ, op. cit.

SIMON, E. W. Mechanisms of Dinitrophenol Toxicity. *Biol. Rev.*, v. 28, p. 453-479, 1953.

YOST, Henry T.; ROBSON, H. H. Studies on the Effects of Irradiation of Cellular Particulates. III. The Effect of Combined Radiation Treatments on Phosphorylation. *Biol. Bull.*, v. 116, n. 3, p. 498-506, 1959.

LOOMIS, W. F.; LIPMANN, F. Reversible Inhibition of the Coupling between Phosphorylation and Oxidation. *Jour. Biol. Chem.*, v. 173, p. 807-808, 1948.

BRODY, T. M. Effect of Certain Plant Growth Substances on Oxidative Phosphorylation in Rat Liver Mitochondria. *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, v. 80, p. 533-536, 1952.

SACKLIN, J. A. et al. Effect of DDT on Enzymatic Oxidation and Phosphorylation. *Science*, v. 122, p. 377-378, 1955.

DANZIGER, L. Anoxia and Compounds Causing Mental Disorders in Man. *Diseases Nervous System*, v. 6, n. 12, p. 365-370, 1945.

GOLDBLATT, Harry; CAMERON, G. Induced Malignancy in Cells from Rat Myocardium Subjected to Intermittent Anaerobiosis During Long Propagation in Vitro. *Jour. Exper. Med.*, v. 97, n. 4, p. 525-552, 1953.

WARBURG, Otto. On the Origin of Cancer Cells. *Science*, v. 123, n. 3.191, p. 309-314, 1956.

CONGENITAL Malformations Subject of Study. *Registrar*, U.S. Public Health Service, v. 24, n. 12, p. 1, Dec. 1959.

BRACHET, J. *Biochemical Cytology*. New York: Academic Press, 1957. p. 516.

GENELLY, Richard E.; RUDD, Robert L. Effects of DDT, Toxaphene, and Dieldrin on Pheasant Reproduction. *Auk*, v. 73, p. 529-539, Oct. 1956.

WALLACE, George J., June 2, 1960, comunicação pessoal à autora.

COTTAM, Clarence. *Some Effects of Sprays on Crops and Livestock*. Address to Soil Conservation Soc. of Am. Aug. 1961. Mimeo.

BRYSON, M. J. et al. DDT in Eggs and Tissues of Chickens Fed Varying Levels of DDT. *Advances in Chem*., Ser. n. 1, 1950.

GENELLY, Richard E.; RUDD, Robert L. Chronic Toxicity of DDT, Toxaphene, and Dieldrin to Ring-necked Pheasants. *Calif. Fish and Game*, v. 42, n. 1, p. 5-14, 1956.

EMMEL, L.; KRUPE, M. The Mode of Action of DDT in Warm-blooded Animals. *Zeits. für Naturforschung*, v. 1, p. 691-695, 1946.

WALLACE, George J., comunicação pessoal à autora.

PILLMORE, R. E. *Insecticide Residues in Big Game Animals*. Denver: U.S. Fish and Wildlife Service, 1961. p. 1-10. Mimeo.

HODGE, C. H. et al. Short-Term Oral Toxicity Tests of Methoxychlor in Rats and Dogs. *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut*., v. 99, p. 140, 1950.

BURLINGTON, H.; LINDEMAN, V. F. Effect of DDT on Testes and Secondary Sex Characters of White Leghorn Cockerels. *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, v. 74, p. 48-51, 1950.

LARDY, H. A.; PHILLIPS, P. H. The Effect of Thyroxine and Dinitrophenol on Sperm Metabolism. *Jour. Biol. Chem.*, v. 149, p. 177, 1943.

Occupational Oligospermia. Letter to Editor. *Jour. Am. Med. Assn.*, v. 140, n. 1.249, Aug. 13, 1949.

BURNET, F. Macfarlane. Leukemia As a Problem in Preventive Medicine. *New Eng. Jour. Med.*, v. 259, n. 9, p. 423-431, 1958.

ALEXANDER, Peter. Radiation-Imitating Chemicals. *Sci. American*, v. 202, n. 1, p. 99-108, 1960.

SIMPSON, George G.; PITTENDRIGH, C. S.; TIFFANY, L. H. *Life: An Introduction to Biology*. New York: Harcourt, Brace, 1957.

BURNET, op. cit.

BEARN, A. G.; GERMAN III, J. L. Chromosomes and Disease. *Sci. American*, v. 205, n. 5, p. 66-76, 1961.

THE NATURE of Radioactive Fall-out and Its Effects on Man. Hearings before the Special Subcommittee on Radiation of the Joint Committee on Atomic Energy, 85$^{th}$ Congress of the United States, Pt. 2, p. 1.062, June 1957. Testimony of Dr. Hermann J. Muller.

ALEXANDER, op. cit.

MULLER, Hermann J. Radiation and Human Mutation. *Sci. American*, v. 193, n. 11, p. 58-68, 1955.

CONEN, P. E.; LANSKY, G. S. Chromosome Damage during Nitrogen Mustard Therapy. *Brit. Med. Jour.*, v. 2, p. 1.055-1.057,

Oct. 21, 1961.

BLASQUEZ, J.; MAIER, J. Ginandromorfismo en *Culex fatigans* sometidos por generaciones sucesivas a exposiciones de DDT. *Revista de Sanidad y Assistencia Social,* Caracas, v. 16, p. 607-612, 1951.

LEVAN, A.; TJIO, J. H. Induction of Chromosome Fragmentation by Phenols. *Hereditas*, v. 34, p. 453- 484, 1948.

LOVELESS, A.; REVELL, S. New Evidence on the Mode of Action of "Mitotic Poisons". *Nature*, v. 164, p. 938-944, 1949.

HADORN, E. et al. Quoted by Charlotte Auerbach in Chemical Mutagenesis. *Biol. Rev.*, v. 24, p. 355-391, 1949.

WILSON, S. M. et al. Cytological and Genetical Effects of the Defoliant Endothal. *Jour. of Heredity*, v. 47, n. 4, p. 151-155, 1956.

VOGT. Quoted by W. J. Burdette in The Significance of Mutation in Relation to the Origin of Tumors: A Review. *Cancer Research*, v. 15, n. 4, p. 201-226, 1955.

SWANSON, Carl. *Cytology and Cytogenetics*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1957.

KOSTOFF, D. Induction of Cytogenic Changes and Atypical Growth by Hexachlorcyclohexane. *Science*, v. 109, p. 467-468, May 6, 1949.

SASS, John E. Response of Meristems of Seedlings to Benzene Hexachloride Used As a Seed Protectant. *Science*, v. 114, p. 466, Nov. 2, 1951.

SHENEFELT, R. D. "What's Behind Insect Control?". In: *What's New in Farm Science*. Bulletin 512. Wisconsin: Univ. of Wisc. Agric. Exper. Station, Jan. 1955.

CROKER, Barbara H. Effects of 2,4-D and 2,4,5-T on Mitosis in *Allium cepa*. *Bot. Gazette*, v. 114, p. 274- 283, 1953.

MÜHLING, G. N. et al. Cytological Effects of Herbicidal Substituted Phenols. *Weeds*, v. 8, n. 2, p. 173-181, 1960.

DAVIS, David E., Nov. 24, 1961, comunicação pessoal à autora.

JACOBS, Patricia A. et al. The Somatic Chromosomes in Mongolism. *Lancet*, n. 7.075, p. 710, April 4, 1959.

FORD, C. E.; JACOBS, P. A. Human Somatic Chromosomes. *Nature*, p. 1.565-1.568, June 7, 1958.

CHROMOSOME Abnormality in Chronic Myeloid Leukaemia (Editorial). *Brit. Med. Jour.*, v. 1, p. 347, Feb. 4, 1961.

BEARN; GERMAN III, op. cit.

PATAU, K. et al. Partial-Trisomy Syndromes. I. Sturge-Weber's Disease. *Am. Jour. Human Genetics*, v. 13, n. 3, p. 287-298, 1961.

PATAU, K. et al. Partial-Trisomy Syndromes. II. An Insertion As Cause of the OFD Syndrome in Mother and Daughter. *Chromosoma*, Berlin, v. 12, p. 573-584, 1961.

THERMAN, E. et al. The D Trisomy Syndrome and XO Gonadal Dysgenesis in Two Sisters. *Am. Jour. Human Genetics*, v. 13, n. 2, p. 193-204, 1961.

## UM EM CADA QUATRO

HUEPER, W. C. Newer Developments in Occupational and Environmental Cancer. *A.M.A. Archives Inter. Med.*, v. 100, p. 487-503, Sept. 1957.

HUEPER, W. C. *Occupational Tumors and Allied Diseases*. Springfield, Ill.: Thomas, 1942.

HUEPER, W. C. Environmental Cancer Hazards: A Problem of Community Health. *Southern Med. Jour*., v. 50, n. 7, p. 923-933, 1957.

ESTIMATED Numbers of Deaths and Death Rates for Selected Causes: United States. Annual Summary for 1959. Pt. 2. *Monthly Vital Statistics Report*. p. 14. [S.l.]: National Office of Vital Statistics, Public Health Service, July 22, 1959. v. 7, n. 13.

1962 CANCER Facts and Figures, American Cancer Society.

VITAL Statistics of the United States: 1959. [S.l.]: Natl. Office of Vital Statistics, U. S. Public Health Service, [s.d.]. v. I, Sec. 6. Mortality Statistics. Table 6-K.

HUEPER, W. C. *Environmental and Occupational Cancer*. Supplement 209. [S.l.]: Public Health Reports, 1948.

RAY, Francis E. (Testimony). *Food Additives*. Hearings before a Subcom. of the Com. on Interstate and Foreign Commerce, House of Representatives, 85th Congress, July 19, p. 200, 1957.

HUEPER. *Occupational Tumors and Allied Diseases*. Op. cit.

HUEPER. Potential Role of Non-Nutritive Food Additives and Contaminants as Environmental Carcinogens. *A.M.A. Archives Path*., v. 62, p. 218-249, Sept. 1956.

TOLERANCES for Residues of Aramite. *Federal Register*, Food and Drug Administration, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Sept. 30, 1955.

NOTICE of Proposal to Establish Zero Tolerances for Aramite, *Federal Register*, Food and Drug Administration, April 26, 1958.

ARAMITE – Revocation of Tolerances; Establishment of Zero Tolerances, *Federal Register*, Food and Drug Administration, Dec. 24, 1958.

VON OETTINGEN, op. cit.

HUEPER, W. C.; PAYNE, W. W. Observations on the Occurrence of Hepatomas in Rainbow Trout. *Jour. Natl. Cancer Inst.*, v. 27, p. 1.123-1.143, 1961.

VANESCH, G. J. et al. The Production of Skin Tumours in Mice by Oral Treatment with Urethane-Isopropyl-N- Phenyl Carbamate or Isopropyl-N-Chlorophenyl Carbamate in Combination with Skin Painting with Croton Oil and Tween 60. *Brit. Jour. Cancer*, v. 12, p. 355-362, 1958.

SCIENTIFIC Background for Food and Drug Administration Action against Aminotriazole in Cranberries. [S.l.]: Food and Drug Administration, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Nov. 17, 1959. Mimeo.

RUTSTEIN, David. *Letter to* The New York Times. Nov. 16, 1959.

HUEPER, W. C. Causal and Preventive Aspects of Environmental Cancer. *Minnesota Med.*, v. 39, p. 5-11, 22, Jan. 1956.

ESTIMATED Numbers of Deaths and Death Rates for Selected Causes: United States. Annual Summary for 1960. Pt. 2. *Monthly Vital Statistics Report*, v. 9, n. 13, Table 3, July 28, 1961.

MURPHY, Robert Cushman et al. v. BENSON, Ezra Taft et al. Testimony of Dr. Malcolm M. Hargraves.District Court, Eastern District of New York, Civ. n. 17.610, Oct. 1959.

HARGRAVES, Malcolm M. *Chemical Pesticides and Conservation Problems*. Address to 23rd Annual Conv. Natl. Wildlife Fed. Feb. 27, 1959. Mimeo.

HARGRAVES, Malcolm M.; HANLON, D. G. *Leukemia and Lymphoma – Environmental Diseases?*. Paper presented at Internatl. Congress of Hematology. Japan, Sept. 1960. Mimeo.

WRIGHT, C. et al. Agranulocytosis Occurring after Exposure to a DDT Pyrethrum Aerosol Bomb. *Am. Jour. Med.*, v. 1, p. 562-567, 1946.

JEDLICKA, V. Paramyeloblastic Leukemia Appearing Simultaneously in Two Blood Cousins after Simultaneous Contact with Gammexane (Hexachlorcyclohexane). *Acta Med. Scand.*, v. 161, p. 447-451, 1958.

FRIBERG, L.; MARTENSSON, J. Case of Panmyelopthisis after Exposure to Chlorophenothane and Benzene Hexachloride. *Archives Indus. Hygiene and Occupat. Med.*, A.M.A., v. 8, n. 2, p. 166-169, 1953.

WARBURG, Otto. On the Origin of Cancer Cells. *Science*, v. 123, n. 3.191, p. 309-314, Feb. 24, 1956.

SLOAN-KETTERING INST. FOR CANCER RESEARCH. *Biennial Report*, p. 72, July 1, 1957, June 30, 1959.

LEVAN, Albert; BIESELE, John J. Role of Chromosomes in Cancerogenesis, As Studied in Serial Tissue Culture of Mammalian Cells. *Annals New York Acad. Sci.*, v. 71, n. 6, p. 1.022-1.053, 1958.

HUNTER, F. T. Chronic Exposure to Benzene (Benzol). II. The Clinical Effects. *Jour. Indus. Hygiene and Toxicol.*, v. 21, p. 331-354, 1939.

MALLORY, T. B. et al. Chronic Exposure to Benzene (Benzol). III. The Pathologic Results. *Jour. Indus. Hygiene and Toxicol.*, v. 21, p. 355-393, 1939.

HUEPER. *Environmental and Occupational Cancer*. Op. cit., p. 1-69.

HUEPER. Recent Developments in Environmental Cancer. *A.M.A. Archives Path.*, v. 58, p. 475-523, 1954.

BURNET, F. Macfarlane. Leukemia As a Problem in Preventive Medicine. *New Eng. Jour. Med.*, v. 259, n. 9, p. 423-431, 1958.

KLEIN, Michael. The Transplacental Effect of Urethan on Lung Tumorigenesis in Mice. *Jour. Natl. Cancer Inst.*, v. 12, p. 1.003-1.010, 1952.

BISKIND, M. S.; BISKIND, G. R. Diminution in Ability of the Liver to Inactivate Estrone in Vitamin B Complex Deficiency. *Science*, v. 94, n. 2.446, p. 462, Nov. 1941.

BISKIND, M. S.; BISKIND, G. R. The Nutritional Aspects of Certain Endocrine Disturbances. *Am. Jour. Clin. Path.*, v. 16, n. 12, p. 737-745, 1946.

BISKIND, M. S.; BISKIND, G. R. Effect of Vitamin B Complex Deficiency on Inactivation of Estrone in the Liver. *Endocrinology*, v. 31, n. 1, p. 109-114, 1942.

BISKIND, M. S.; SHELESNYAK, M. C. Effect of Vitamin B Complex Deficiency on Inactivation of Ovarian Estrogen in the Liver. *Endocrinology*, v. 30, n. 5, p. 819-820, 1942.

BISKIND, M. S.; BISKIND, G. R. Inactivation of Testosterone Propionate in the Liver During Vitamin B Complex Deficiency. Alteration of the Estrogen-Androgen Equilibrium. *Endocrinology*, v. 32, n. 1, p. 97-102, 1943.

GREENE, H. S. N. Uterine Adenomata in the Rabbit. III. Susceptibility As a Function of Constitutional Factors. *Jour. Exper. Med.*, v. 73, n. 2, p. 273-292, 1941.

HORNING, E. S.; WHITTICK, J. W. The Histogenesis of Stilboestrol-Induced Renal Tumours in the Male Golden Hamster. *Brit. Jour. Cancer*, v. 8, p. 451-457, 1954.

KIRKMAN, Hadley. *Estrogen-Induced Tumors of the Kidney in the Syrian Hamster*. Monograph n. 1. [S.l.]: U.S. Public Health Service, Natl. Cancer Inst., Dec. 1959.

AYRE, J. E.; BAULD,W. A. G. Thiamine Deficiency and High Estrogen Findings in Uterine Cancer and in Menorrhagia. *Science*, v. 103, n. 2.676, p. 441-445, April 12, 1946.

RHOADS, C. P. Physiological Aspects of Vitamin Deficiency. *Proc. Inst. Med. Chicago*, v. 13, p. 198, 1940.

SUGIURA, K.; RHOADS, C. P. Experimental Liver Cancer in Rats and Its Inhibition by Rice-Bran Extract, Yeast, and Yeast Extract. *Cancer Research*, v. 1, p. 3-16, 1941.

MARTIN, H. The Precancerous Mouth Lesions of Avitaminosis B. Their Etiology, Response to Therapy and Relationship to Intraoral Cancer. *Am. Jour. Surgery*, v. 57, p. 195-225, 1942.

TANNENBAUM, A. "Nutrition and Cancer". In: HOMBURGER, Freddy (Ed.). *Physiopathology of Cancer*. 2. ed. New York: Harper, 1959. p. 552. A Paul B. Hoeber Book.

SYMEONIDIS, A. Post-starvation Gynecomastia and Its Relationship to Breast Cancer in Man. *Jour. Natl. Cancer Inst.*, v. 11, p. 656, 1950.

DAVIES, J. N. P. Sex Hormone Upset in Africans. *Brit. Med. Jour.*, v. 2, p. 676-679, 1949.

HUEPER. Potential Role of Non-Nutritive Food Additives. Op. cit.

VANESCH et al, op. cit.

BERENBLUM, I.; TRAININ, N. Possible Two-Stage Mechanism in Experimental Leukemogenesis. *Science*, v. 132, p. 40-41, July 1, 1960.

HUEPER, W. C. “Cancer Hazards from Natural and Artificial Water pollutants”. Op. cit.

HUEPER; PAYNE, op. cit.

SLOAN-KETTERING INST. FOR CANCER RESEARCH. *Biennial Report*. 1957-1959.

HUEPER, comunicação pessoal à autora.

## A NATUREZA CONTRA-ATACA

BRIEJÈR, C. J. The Growing Resistance of Insects to Insecticides. *Atlantic Naturalist*, v. 13, n. 3, p. 149-155, 1958.

METCALF, Robert L. The Impact of the Development of Organophosphorus Insecticides upon Basic and Applied Science. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, v. 5, p. 3-15, March 1959.

RIPPER, W. E. Effect of Pesticides on Balance of Arthropod Populations. *Annual Rev. Entomol.*, v. 1, p. 403-438, 1956.

ALLEN, Durward L. *Our Wildlife Legacy*. New York: Funk & Wagnalls, 1954. p. 234-236.

SABROSKY, Curtis W. “How Many Insects Are There?”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 1-7.

BISHOPP, op. cit.

KLOTS, Alexander B.; KLOTS, Elsie B. “Beneficial Bees, Wasps, and Ants”. In: *Handbook on Biological Control of Plant Pests*. Reprinted from *Plants and Gardens*, v. 16, n. 3, 1960. [S.l.]: Brooklyn Botanic Garden, [s.d.]. p. 44-46.

HAGEN, Kenneth S. “Biological Control with Lady Beetles”. In: *Handbook on Biological Control of Plant Pests*. [S.l.]: Brooklyn Botanic Garden, [s.d.]. p. 28-35.

SCHLINGER, Evert I. “Natural Enemies of Aphids”. In: *Handbook on Biological Control of Plant Pests*. [S.l.]: Brooklyn Botanic Garden, [s.d.]. p. 36-42.

BISHOPP, op. cit.

RIPPER. Effect of Pesticides on Balance of Arthropod Populations. Op. cit.

DAVIES, D. M. A Study of the Black-fly Population of a Stream in Algonquin Park, Ontario. *Transactions*, Royal Canadian Inst., v. 59, p. 121-159, 1950.

RIPPER. Effect of Pesticides on Balance of Arthropod Populations. Op. cit.

JOHNSON, Philip C. *Spruce Spider Mite Infestations in Northern Rocky Mountain Douglas-Fir Forests*. Research Paper 55. Ogden, Utah: Intermountain Forest and Range Exper. Station, U.S. Forest Service, 1958.

DAVIS, Donald W. Some Effects of DDT on Spider Mites. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 45, n. 6, p. 1.011-1.019, 1952.

GOULD, E.; HAMSTEAD, E. O. Control of the Red-banded Leaf Roller. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 41, p. 887-890, 1948.

PICKETT, A. D. A Critique on Insect Chemical Control Methods. *Canadian Entomologist*, v. 81, n. 3, p. 1-10, 1949.

JOYCE, R. J. V. Large-Scale Spraying of Cotton in the Gash Delta in Eastern Sudan. *Bull. Entomol. Research*, v. 47, p. 390-413, 1956.

LONG, W. H. et al. Fire Ant Eradication Program Increases Damage by the Sugarcane Borer. *Sugar Bull.*, v. 37, n. 5, p. 62-63, 1958.

LUCKMANN, William H. Increase of European Corn Borers Following Soil Application of Large Amounts of Dieldrin. *Jour.*

*Econ. Entomol.*, v. 53, n. 4, p. 582-584, 1960.

HAEUSSLER, G. J. “Losses Caused by Insects”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 141-146.

CLAUSEN, C. P. “Parasites and Predators”. In: *The Yearbook of Agriculture 1952*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., 1952. p. 380-388.

CLAUSEN, C. P. *Biological Control of Insect Pests in the Continental United States*. Technical Bulletin n. 1.139. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., June 1956. p. 1-151.

DEBACH, Paul. Application of Ecological Information to Control of Citrus Pests in California. *Proc. 10th International Congress of Entomologists* (1956), v. 3, p. 187-194, 1958.

LAIRD, Marshall. Biological Solutions to Problems Arising from the Use of Modern Insecticides in the Field of Public Health. *Acta Tropica*, v. 16, n. 4, p. 331-355, 1959.

HARRINGTON, R. W.; BIDLINGMAYER, W. L. Effects of Dieldrin on Fishes and Invertebrates of a Salt Marsh. *Jour. Wildlife Management*, v. 22, n. 1, p. 76-82, 1958.

LIVER Flukes in Cattle. Leaflet n. 493. U.S. Dept. of Agric., 1961.

FISHER, Theodore W. “What I Biological Control?”. In: *Handbook on Biological Control of Plant Pests*, p. 6-18. Reprinted from *Plants and Gardens*, v. 16, n. 3, 1960. [S.l.]: Brooklyn Botanic Garden, [s.d.].

JACOB, F. H. Some Modern Problems in Pest Control. *Science Progress*, n. 181, p. 30-45, 1958.

PICKETT, A. D.; PATTERSON, N. A. The Influence of Spray Programs on the Fauna of Apple Orchards in Nova Scotia. IV. A

Review. *Canadian Entomologist*, v. 85, n. 12, p. 472-478, 1953.

PICKETT, A. D. Controlling Orchard Insects. *Agric. Inst. Rev.*, March-April 1953.

PICKETT, A. D. The Philosophy of Orchard Insect Control. *79th Annual Report*. Ontario: Entomol. Soc. of Ontario, p. 1-5, 1948.

PICKETT, A. D. The Control of Apple Insects in Nova Scotia. Mimeo.

ULLYETT, G. C. Insects, Man and the Environment. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 44, n. 4, p. 459-464, 1951.

## OS PRIMEIROS RIBOMBOS DE UMA AVALANCHE

BABERS, Frank H. *Development of Insect Resistance to Insecticides*. Pub. n. E 776. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., May 1949.

BABERS, Frank H.; PRATT, J. J. *Development of Insect Resistance to Insecticides. II. A Critical Review of the Literature up to 1951*. Pub. n. E 818. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., May 1951.

BROWN, A. W. A. The Challenge of Insecticide Resistance. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, v. 7, n. 1, p. 6- 19, 1961.

BROWN, A. W. A. Development and Mechanism of Insect Resistance to Available Toxicants. *Soap and Chem. Specialties*, Jan. 1960.

INSECT Resistance and Vector Control. World Health Organization Technical Report Series n. 153. Geneva: World Health Organization, 1958. p. 5.

ELTON, Charles S. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. New York: Wiley, 1958. p. 181.

BABERS; PRATT, op. cit.

BROWN, A. W. A. *Insecticide Resistance in Arthropods*. World Health Organization Monograph Series n. 38. Geneva: World Health Organization, 1958. p. 11, 13.

QUARTERMAN, K. D.; SCHOOF, H. F. The Status of Insecticide Resistance in Arthropods of Public Health Importance in 1956. *Am. Jour. Trop. Med. and Hygiene*, v. 7, n. 1, p. 74-83, 1958.

BROWN. *Insecticide Resistance in Arthropods*. Op. cit.

HESS, Archie D. The Significance of Insecticide Resistance in Vector Control Programs. *Am. Jour. Trop. Med. and Hygiene*, v. 1, n. 3, p. 371-388, 1952.

LINDSAY, Dale R.; SCUDDER, H. I. Nonbiting Flies and Disease. *Annual Rev. Entomol.*, v. 1, p. 323-346, 1956.

SCHOOF, H. F., KILPATRICK, J. W. House Fly Resistance to Organo-phosphorus Compounds in Arizona and Georgia. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 51, n. 4, p. 546, 1958.

BROWN. Development and Mechanism of Insect Resistance to Available Toxicants. Op. cit.

BROWN. *Insecticide Resistance in Arthropods*. Op. cit.

BROWN. The Challenge of Insecticide Resistance. Op. cit.

BROWN. *Insecticide Resistance in Arthropods*. Op. cit.

BROWN. Development and Mechanism of Insect Resistance to Available Toxicants. Op. cit.

BROWN. *Insecticide Resistance in Arthropods*. Op. cit.

BROWN. The Challenge of Insecticide Resistance. Op. cit.

ANON. Brown Dog Tick Develops Resistance to Chlordane. *New Jersey Agric.*, v. 37, n. 6, p. 15-16, 1955.

NEW YORK Herald Tribune, june 22, 1959; also PALLISTER, J. C., Nov. 6, 1959, comunicação pessoal à autora.

BROWN. The Challenge of Insecticide Resistance. Op. cit.

HOFFMANN, C. H. Insect Resistance. *Soap*, v. 32, n. 8, p. 129-132, 1956.

BROWN, A. W. A. *Insect Control by Chemicals*. New York: Wiley, 1951.

BRIEJÈR, C. J., op.cit.

LAIRD, Marshall. Biological Solutions to Problems Arising from the Use of Modern Insecticides in the Field of Public Health. *Acta Tropica*, v. 16, n. 4, p. 331-355, 1959.

BROWN. *Insecticide Resistance in Arthropods*. Op. cit.

BROWN. Development and Mechanism of Insect Resistance to Available Toxicants. Op. cit.

BRIEJÈR, C. J., op. cit.

PESTICIDES – 1959. *Jour. Agric. and Food Chem.*, v. 7, n. 10, p. 680, 1959.

BRIEJÈR, C. J., op. cit.

## A OUTRA ESTRADA

SWANSON, Carl P. *Cytology and Cytogenetics*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1957.

KNIPLING, E. F. Control of Screw-Worm Fly by Atomic Radiation. *Sci. Monthly*, v. 85, n. 4. p. 195- 202, 1957.

KNIPLING, E. F. “Screwworm Eradication: Concepts and Research Leading to the Sterile-Male Method”. In: *Smithsonian Inst. Annual Report, Publ. 4.365*. Washington, D.C.: Smithsonian Inst, 1959.

BUSHLAND, R. C. et al. “Eradication of the Screw-Worm Fly by Releasing Gamma-Ray-Sterilized Males among the Natural Population”. In: *Proceedings*. Internatl. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, v. 12, p. 216-220, Aug. 1955.

LINDQUIST, Arthur W. The Use of Gamma Radiation for Control or Eradication of the Screwworm. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 48, n. 4, p. 467-469, 1955.

LINDQUIST, Arthur W. “Research on the Use of Sexually Sterile Males for Eradication of Screw-Worms”. In: *Proceed.* Inter-Am. Symposium on Peaceful Applications of Nuclear Energy, Buenos Aires, p. 229-239, June 1959.

SCREWWORM *vs.* Screwworm. *Agric. Research*, U.S. Dept. of Agric., p. 8., July 1958.

TRAPS Indicate Screwworm May Still Exist in Southeast. U.S. Dept. of Agric. Release n. 1.502-59, June 3, 1959. Mimeo.

POTTS, W. H. Irradiation and the Control of Insect Pests. *Times*, Sci. Rev., London, p. 13-14, summer 1958.

KNIPLING. “Screwworm Eradication: Concepts and Research Leading to the Sterile-Male Method”. Op. cit.

LINDQUIST, Arthur W. “Entomological Uses of Radioisotopes”. In: *Radiation Biology and Medicine*. [S.l.]: U.S. Atomic Energy Commission, 1958. chap. 27, pt. 8. p. 688-710.

LINDQUIST, Arthur W. “Research on the Use of Sexually Sterile Males for Eradication of Screw-Worms”. Op. cit.

USDA May Have New Way to Control Insect Pests with Chemical Sterilants. *U.S. Dept. of Agric. Release n. 3.587-61*, Nov. 1, 1961. Mimeo.

LINDQUIST, Arthur W. Chemicals to Sterilize Insects. *Jour. Washington Acad. Sci.*, p. 109-114, Nov. 1961.

LINDQUIST, Arthur W. New Ways to Control Insects. *Pest Control Mag.*, June 1961.

LABRECQUE, G. C. Studies with Three Alkylating Agents As House Fly Sterilants. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 54, n. 4, p. 684-689, 1961.

KNIPLING, E. F. *Potentialities and Progress in the Development of Chemosterilants for Insect Control.* Paper presented at Annual Meeting Entomol. Soc. of Am., Miami, 1961.

KNIPLING, E. F. Use of Insects for Their Own Destruction. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 53, n. 3, p. 415-420, 1960.

MITLIN, Norman. *Chemical Sterility and the Nucleic Acids*. Paper presented at Symposium on Chemical Sterility, Entomol. Soc. of Am., Miami, Nov. 27, 1961.

ALEXANDER, Peter, Feb. 19, 1962, comunicação pessoal à autora.

EISNER, T. *The Effectiveness of Arthropod Defensive Secretions*. Symposium 4 on "Chemical Defensive Mechanisms", 11th Internatl. Congress of Entomologists, Vienna, 1960. p. 264-267. Offprint.

EISNER, T. The Protective Role of the Spray Mechanism of the Bombardier Beetle, *Brachynus ballistarius* Lec. *Jour. Insect Physiol.*, v. 2, n. 3, p. 215-220, 1958.

EISNER, T. Spray Mechanism of the Cockroach *Diploptera punctata*. *Science*, v. 128, n. 3.316, p. 148-149, July 18, 1958.

WILLIAMS, Carroll M. The Juvenile Hormone. *Sci. American*, v. 198, n. 2, p. 67, Feb. 1958.

1957 Gypsy-Moth Eradication Program. *U.S. Dept. of Agric. Release 858-57-3*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., [s.d.]. Mimeo.

BROWN JR., William L. Mass Insect Control Programs: Four Case Histories. *Psyche*, v. 68, n. 2-3, p. 75-111, 1961.

JACOBSON, Martin et al. Isolation, Identification, and Synthesis of the Sex Attractant of Gypsy Moth. *Science*, v. 132, n. 3.433, p. 1.011, Oct. 14, 1960.

CHRISTENSON, L. D. "Recent Progress in the Development of Procedures for Eradicating or Controlling Tropical Fruit Flies". In: *Proc.10*th *Internatl. Congress of Entomologists* (1956), v. 3, p. 11-16, 1958.

HOFFMANN, C. H. *New Concepts in Controlling Farm Insects*. Address to Internatl. Assn. Ice Cream Manuf. Conv., Oct. 27, 1961. Mimeo.

FRINGS, Hubert; FRINGS, Mable. Uses of Sounds by Insects. *Annual Rev. Entomol.*, v. 3, p. 87-106, 1958.

RESEARCH Report, 1956-1959. Belleville, Ontario: Entomol. Research Inst. for Biol. Control, [s.d.]. p. 9-45.

KAHN, M. C.; OFFENHAUSER JR., W. The First Field Tests of Recorded Mosquito Sounds Used for Mosquito Destruction. *Am. Jour. Trop. Med.*, v. 29, p. 800-827, 1949.

WISHART, George, Aug. 10, 1961, comunicação pessoal à autora.

BEIRNE, Bryan, Feb. 7, 1962, comunicação pessoal à autora.

FRINGS, Hubert, Feb. 12, 1962, comunicação pessoal à autora.

WISHART, George, Aug. 10, 1961, comunicação pessoal à autora.

FRINGS, Hubert et al. The Physical Effects of High Intensity Air-Borne Ultrasonic Waves on Animals. *Jour. Cellular and Compar. Physiol.*, v. 31, n. 3, p. 339-358, 1948.

STEINHAUS, Edward A. Microbial Control – The Emergence of an Idea. *Hilgardia*, v. 26, n. 2, p. 107-160, Oct. 1956.

STEINHAUS, Edward A. Concerning the Harmlessness of Insect Pathogens and the Standardization of Microbial Control Products. *Jour. Econ. Entomol.*, v. 50, n. 6, p. 715-720, Dec. 1957.

STEINHAUS, Edward A. Living Insecticides. *Sci. American*, v. 195, n. 2, p. 96-104, Aug. 1956.

ANGUS, T. A.; HEIMPEL, A. E. "Microbial Insecticides". In: *Research for Farmers*. Ontario: Canada Dept. of Agric., spring 1959. p. 12-13.

HEIMPEL, A. M.; ANGUS,T. A. Bacterial Insecticides. *Bacteriol. Rev.*, v. 24, n. 3, p. 266-288, 1960.

BRIGGS, John D. "Pathogens for the Control of Pests". In: *Biol. and Chem. Control of Plant and Animal Pests*. Washington, D.C.: Am. Assn. Advancement Sci., 1960. p. 137-148.

TESTS of a Microbial Insecticide against Forest Defoliators. *Bi-Monthly Progress Report*, Canada Dept. of Forestry, v. 17, n. 3, May-June 1961.

STEINHAUS. Living Insecticides. Op. cit.

TANADA, Y. Microbial Control of Insect Pests. *Annual Rev. Entomol.*, v. 4, p. 277-302, 1959.

STEINHAUS. Concerning the Harmlessness of Insect Pathogens and the Standardization of Microbial Control Products. Op. cit.

CLAUSEN, C. P. *Biological Control of Insect Pests in the Continental United States*. Technical Bulletin n. 1.139.

Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric., June 1956. p. 1-151.

HOFFMANN, C. H. Biological Control of Noxious Insects, Weeds. *Agric. Chemicals*, March-April 1959.

DEBACH, Paul. Biological Control of Insect Pests and Weeds. *Jour. Applied Nutrition*, v. 12, n. 3, p. 120-134, 1959.

RUPPERTSHOFEN, Heinz. *Forest-Hygiene*. Address to 5th World Forestry Congress, Seattle, Wash., Aug. 29-Sept. 10, 1960.

RUPPERTSHOFEN, Heinz. Feb. 25, 1962, comunicação pessoal à autora.

GÖSSWALD, Karl. *Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene*. Lüneburg: Metta Kinau Verlag, [s.d.].

GÖSSWALD, Karl. Feb. 27, 1962, comunicação pessoal à autora.

BALCH, R. E. Control of Forest Insects. *Annual Rev. Entomol.*, v. 3, p. 449-468, 1958.

BUCKNER, C. H. Mammalian Predators of the Larch Sawfly in Eastern Manitoba. *Proc. 10th Internatl. Congress of Entomologists* (1956), v. 4, p. 353-361, 1958.

MORRIS, R. F. Differentiation by Small Mammal Predators between Sound and Empty Cocoons of the European Spruce Sawfly. *Canadian Entomologist*, v. 81, n. 5, 1949.

MACLEOD, C. F. The Introduction of the Masked Shrew into Newfoundland. *Bi-Monthly Progress Report*, Canada Dept. of Agric., v. 16, n. 2, March-April 1960.

MACLEOD, C. F. Feb. 12, 1962, comunicação pessoal à autora.

CARROLL, W. J., March 8, 1962, comunicação pessoal à autora.

**SILENT SPRING**
Copyright © 1962 by Rachel L. Carson.
Copyright © renewed 1990 by Roger Christie.
Published by arrangement with Frances Collin, Trustee u-w-o Rachel Carson.

1ª edição digital Editora Gaia, São Paulo 2013

Diretor Editorial - **Jefferson L. Alves**
Diretor de Marketing - **Ricahrd A. Alves**
Produção Digital - **Eduardo Okuno**
Coordenadora Editorial - **Sandra Regina Fernandes**
Revisão - **Regina Machado**
Foto da Capa - **Denis Vrublevski/Shutterstock**
Capa - **Eduardo Okuno/Mauricio Negro**

**CIP-BRASIL. Catalogação na fonte**
**Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ**

_____

C314p
Carson, Rachel,1907-1964
Primavera silenciosa [recurso eletrônico] / Rachel Carson ;
[tradução Claudia Sant'Anna Martins]. − 1. ed. − São Paulo : Gaia, 2013.
recurso digital

Tradução de: Silent spring
Formato: ePub
Requisitos do sistema: Adobe Digital Editions
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-85-7555-395-4 (recurso eletrônico)

1. Sustentabilidade. 2. Pesticidas - Aspectos ambientais.
3. Inseto nocivo - Controle biológico. 4. Livros eletrônicos. I. Título.

13-04476
CDD: 363.7
CDU: 504

_____

Obra atualizada conforme o **Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa**

Direitos Reservados
**Editora Gaia Ltda.**

**(pertence ao grupo Editorial Global)**

Rua Pirapitingui, 111-A – Liberdade
CEP 01508-020 – São Paulo – SP
Tel.: (11) 3277-7999 – Fax: (11) 3277-8141
e-mail: gaia@editoragaia.com.br
www.editoragaia.com.br

Colabore com a produção científica e cultural.
Proibida a reprodução total ou parcial desta obra
sem a autorização do editor.
Nº de Catálogo: **3125.eb**