

Fósforo: da Alquimia à Agroecologia!

Danielle Barros Santos¹ e Edison Barbieri²

¹Departamento de Ambiente. Universidade de Aveiro. Campus de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal. e-mail: danielle@ua.pt

²Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Caixa Postal: 61, CEP: 11990-970, Cananéia, SP, Brasil e-mail: edisonbarbieri@yahoo.com.br

O conhecimento científico sistematizado é uma “conquista” recente da humanidade. Antes dele prevalecia a Alquimia, que, de forma subjetiva, interpretava os fenômenos do Universo combinando elementos da Química, Antropologia, Astrologia, Magia, Filosofia, Matemática, Misticismo e Religião, sendo praticada na Mesopotâmia, Egito Antigo, Mundo Islâmico, América Latina Pré-histórica, Coréia, China, Grécia, Europa e mesmo entre os aborígenes. A Ciência Alquímica enxergava as substâncias inorgânicas como seres vivos, compostos por corpo e alma; acreditava-se que as características e propriedades de uma substância eram determinadas por seu espírito. Além disso, havia a crença na transmutação ou transferência do espírito de um metal nobre para a matéria de metais comuns. Isto contribuiu para a busca da “Pedra Filosofal”, com a qual qualquer substância poderia ser transformada em ouro. Os alquimistas tentavam produzi-la em laboratório a partir de matéria-prima mais grosseira. Com esta pedra seria possível obter o Elixir da Imortalidade, capaz de prolongar a vida indefinidamente⁽¹⁾.

Foi justamente em busca da Pedra Filosofal que, por “serendipidade” (acaso), o Fósforo (do grego *Phosphorus* – “portador de luz”) foi descoberto. Conta-nos a história que o primeiro registro de sua descoberta data de 344 anos atrás; o Alquimista alemão Henning Brandt, na tentativa de produzir ouro, descobriu o elemento químico fósforo ao destilar uma mistura de urina (fosfato sódico de amônia) e areia, na procura da Pedra Filosofal. Ao vaporizar a ureia, obteve um material branco que brilhava no escuro e ardia como uma chama brilhante (moléculas de vida curta de HPO e P₂O₂, as quais emitem um brilho verde fraco no espectro visível)⁽³¹⁾. Brandt manteve esta descoberta em segredo por seis anos, após os quais, para superar dificuldades financeiras, vendeu o segredo da produção em troca de um salário fixo. Cem anos depois, o químico sueco Karl Scheele descobriu um processo, semelhante à pasteurização, que permitiu a produção de fósforo em larga escala e colocou a Suécia como líder mundial em produtos luminíferos⁽¹⁾. Uma curiosidade em relação a essas descobertas é que, antes mesmo do trabalho de Brandt, as propriedades do fósforo já eram conhecidas, porém de maneira empírica: por volta do Século XI, alquimistas chineses inventaram a pólvora, que é uma mistura de enxofre, carvão vegetal e salitre (KNO₃), este, obtido da urina humana⁽²⁾.

Os acontecimentos citados anteriormente mostram que o imprevisível faz parte da própria natureza do empreendimento científico, seja ele no universo que permeia a magia alquímica ou na disciplina científica atual, pondo seu talento a serviço de ideologias variadas, como veremos no caso do fósforo, sem se preocupar com o conteúdo futuro da qualidade delas, sendo assim considerada uma “ciência sem consciência”. Assim, sabe-se que a função da ciência consiste em nos fornecer uma representação do mundo, dos seres e das coisas que responda a determinadas exigências; seria a possibilidade de passarmos para lá dos aspectos dos objetos, da sua aparência e avançarmos mais fundo, de modo a nos libertarmos, tanto quanto possível, das ilusões da natureza dos sentidos que nosso cérebro nos impõe⁽³⁾. Essa dicotomia constatada na academia através da investigação é um processo sem fim e em

constante mudança, que nunca poderemos saber como evoluirá, ou seja, corremos o risco de “desvios” das Ciências e Tecnologias no que diz respeito à ameaça ao futuro do nosso planeta: exploração desenfreada de recursos, industrialização excessiva, poluição etc., ou, numa palavra, tudo o que se considera responsável pela deterioração do nosso mundo.

Na ciência moderna, na grande área da Química, por exemplo, sabe-se que, apesar de a maior parte da Química Inorgânica estar consolidada, ela está viva e em mutação imprevisível, de modo que a forma corrente de se pensar e o encaminhamento dos trabalhos futuros estão sendo constantemente alterados, principalmente por conta dos produtos comercialmente importantes, em especial aqueles produzidos em larga escala. O caso do fósforo e seus derivados minerais (fertilizantes, detergentes, compostos para tratamento de água, fósforo, H_3PO_4 etc.) é um exemplo destes produtos, dos quais não existe sucedâneo e nem reposição⁽⁴⁾, merecendo, por isso, uma atenção muito especial.

Tendo-se em mente essa informação e sabendo que o ciclo global do fósforo em particular é peculiar aos grandes ciclos biogeoquímicos, pelo fato de estes serem considerados “ciclos abertos” (escassez do elemento na maior parte dos ecossistemas), é necessário trabalhar em razão da mudança do ritmo do seu consumo, pelo qual as reservas atuais dificilmente atenderão às necessidades da população mundial em crescimento. Conhecendo as reservas disponíveis (145×10^6 t/ano)⁽⁴⁾ e as necessidades crescentes da agricultura e da indústria, é lógico concluir que atualmente o fósforo apresenta importância geoestratégica e geopolítica e que é possível sua utilização condicionada por uma política de longo prazo, assim como acontece com outros recursos energéticos não renováveis⁽⁵⁾.

Alguns “gestores políticos da Ciência” alertam que, se a gestão deste recurso não for realizada com a devida cautela, seu pico de produção poderá ocorrer dentro de 30 anos, com esgotamento previsto dentro de um prazo entre 50 e 100 anos⁽¹²⁾, podendo esse prazo estender-se por mais alguns anos devido à descoberta de novas reservas, dessa vez em território Iraquiano, totalizando 5,7 bilhões de toneladas – 9% do total mundial, constituindo a segunda maior reserva de fosfato do mundo, afirmou o serviço geológico dos Estados Unidos⁽¹³⁾.

Quanto ao investimento em novas jazidas de fosfatos, alguns países emergentes, como, por exemplo, o Brasil, têm investido na pesquisa mineral relativa à rocha fosfática a fim de se tornarem autossuficientes na produção de fosfato, podendo muito em breve aumentar as reservas nacionais em aproximadamente 25%⁽⁷⁾.

Além disso, os fosfatos são considerados especiais dentre os nutrientes, pois em torno da sua utilização paira a dicotomia centrada no fato de que podem ser julgados como poluentes (transferência desequilibrada e excessiva ao meio ambiente) ao mesmo tempo em que também se mostram essencialmente importantes, sendo considerados, bioquimicamente, base para toda a vida existente em nosso planeta, pois seus compostos são matérias-primas integrantes da estrutura do esqueleto da vida e necessários tanto às funções que envolvem o metabolismo celular quanto à regulação do meio ambiente, sendo limitantes em vários processos e, portanto, junto a outros elementos essenciais, considerados importante denominador comum na equação da vida⁽⁵⁾.

É sabido que, na exploração em larga escala de um recurso comercialmente importante, qualquer que seja ele, primeiramente é preciso estar a par dos detalhes que envolvem a *origem da matéria-prima*, seus *processos de produção*, suas *aplicações e a importância de seus subprodutos de produção* para, daí sim, conectar essa informação ao “mundo real” e diagnosticar a situação existente, já que, infelizmente, o interesse econômico tem superado a consciência em relação aos problemas ambientais provocados por uso excessivo do recurso.

No caso dos fosfatos minerais foi relatado que ocupam o 5º lugar na lista dos minerais mais usados em larga escala, ficando em 3º lugar em relação ao petróleo ⁽⁴⁾. Quanto à sua origem, sabe-se que esse mineral, ao contrário dos outros elementos essenciais à vida (C, H, O e N), não tem fase gasosa ⁽³¹⁾, encontrando-se distribuído no globo terrestre [ocorre sob a única forma estável: o íon ortofosfato (PO_4^{3-})], através de seus diversos compostos, mais comumente na forma de sais, denominados fosfatos, muito reativos mesmo a baixas temperaturas ⁽⁶⁾. Apesar de ser o 11º elemento em abundância na crosta terrestre, o fósforo nunca ocorre sozinho na natureza, possuindo vários alótropos, sendo os mais comuns o branco, o vermelho e o preto. Estima-se que 75% da rocha fosfática do mundo vêm de minas a céu aberto ⁽⁷⁾. Mesmo sendo altamente abundante em diversas formas na natureza, o fósforo é um dos nutrientes menos disponível biologicamente, isto é, as formas em que ele existe na biosfera são frequentemente "indisponíveis" para as plantas, pois estas absorvem somente a forma inorgânica solúvel mais estável de fósforo em solução no solo ^(5, 31).

O setor mineral possui um importante papel dentro da economia mundial: é o grande fornecedor de matérias-primas não renováveis para o setor de transformação (indústrias alimentícia, química, farmacêutica, automobilística etc.), que agrega valor e fornece os bens intermediários e finais ao consumidor. Quanto aos processos de produção que envolvem a extração de fosfato, ressalta-se que o fósforo apresenta um leque variado de aplicações, mas é dito que na 'agricultura', sob as formas de fertilizantes (adubos), é que ele tem sua principal utilização ⁽⁷⁾. O mercado agroprodutor seria então o "carro-chefe" que impulsionaria a exploração deste recurso; no entanto, por conta da justificativa de que serve para aumentar a produtividade do solo devido à demanda crescente do consumo de alimentos, decorrente do crescimento populacional, não são avaliados os riscos quanto ao gerenciamento de seus subprodutos, mesmo tendo conhecimento que apenas um quinto do fósforo extraído para produzir fertilizantes realmente atinge os alimentos que ingerimos. ⁽³¹⁾

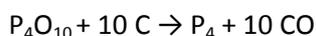
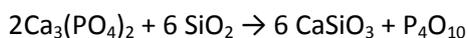
É importante recordar que nem sempre foi assim; antes da Revolução Industrial, as distâncias entre os campos agrícolas e as cidades eram menores, de forma que, quanto à produtividade do solo, era mais fácil mantê-la usando os próprios excrementos humanos originados nas cidades; porém, com o crescimento das cidades, surgiram "ameaças internas", não havendo o cuidado de um desenvolvimento de forma sustentável para com o destino da matéria orgânica produzida e sua devolução à Natureza. Levando em consideração o fato de que o primeiro vaso sanitário foi inventado somente em 1596 e que desde sua invenção até a implantação de recursos básicos de saneamento as grandes cidades sofreram com o surto de infecções, a chamada 'Revolução Sanitária' só veio a acontecer consideravelmente tarde (construção de redes de esgoto em 1865) e de forma negligente perante a visão de sustentabilidade (tratando os rejeitos através de uma eliminação segura, ao invés de uma reutilização). Provavelmente, a opção pela eliminação tenha sido tomada com base na "teoria mineral" de Liebig (1840), a qual apresentou uma explicação científica de que fósforo, nitrogênio e potássio eram os nutrientes essenciais verdadeiramente responsáveis pela adubação, e não a matéria orgânica, como se pensava. Apesar de sua natureza radical, esta teoria foi amplamente adotada na agricultura e em práticas ocidentais, sendo adaptada em conformidade em muitos países. ⁽³¹⁾

Historicamente, as primeiras grandes fontes externas de fertilizantes usadas para aumentar o crescimento das culturas de que se tem registro eram ossadas trituradas de animais e grandes depósitos de guanos (fezes de pássaros e morcegos), mas estas fontes por si só não eram suficientes diante do rápido crescimento da população mundial e, conseqüentemente, da necessidade de aumentar a produção agrícola. O investimento em fertilização a partir de rochas fosfáticas surgiu após as primeiras descobertas de seus depósitos; a ocorrência destes foi primeiramente registrada em território americano por Sir. Joseph Henry Gilbert (que havia estudado

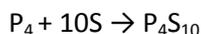
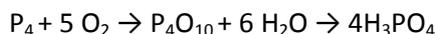
com Liebig) e Sir John Bennet Lawes, que, juntos, fundaram a “Pesquisas Rothamsted” em 1840 para realizar estudos, em longo prazo, sobre a eficácia dos fertilizantes minerais e orgânicos no rendimento das culturas. Desde então, a rocha fosfática foi vista como uma fonte “barata” e abundante de fósforo, passando a ser amplamente utilizada em favor das fontes orgânicas, a fim de realizar o balanço de compensação no solo em relação aos nutrientes, e fazendo com que nos tornássemos seus dependentes para produção de alimentos até os dias atuais ⁽³¹⁾.

Quanto à produção de rocha fosfática, a Natureza privilegiou o hemisfério norte com a seguinte distribuição: EUA 32%, China 18%, URSS 15% e Marrocos 13%. Em termos mundiais, a rocha fosfática apresenta-se como a única fonte de fósforo viável, onde este pode estar contido em depósitos de origem sedimentar (em torno de 85% da oferta mundial), em rochas ígneas (próximo a 15%) e ainda em depósitos biogénéticos. Os dois primeiros tipos de depósitos são mais importantes do ponto de vista econômico, acrescentando-se o detalhe que o segundo encarece o processo de beneficiamento, visto que terá de passar pelo processo de retirada de fosfato da rocha dura, um tipo de pré-concentração ⁽⁷⁾. Já os depósitos biogénéticos são considerados de menor importância econômica e representam concentrações orgânicas originadas da reciclagem biogeoquímica, que pode reter temporariamente e reciclar parte do fósforo do processo irrefreável do fluxo no sentido dos oceanos ⁽⁶⁾. Os depósitos biogénéticos podem ocorrer (i) pela ação das bactérias fosfolizantes (fosforredutoras) sobre a matéria orgânica em decomposição (de origem animal e vegetal) ⁽⁸⁾, (ii) através das substâncias liberadas pelas raízes das plantas e pelos fungos associados a essas raízes, sendo absorvido pelos produtores primários na forma de ortofosfatos e incorporado à estrutura de diversas moléculas orgânicas, passando para outros níveis tróficos através da cadeia alimentar ⁽⁹⁾, (iii) pela migração das aves marinhas, as quais desempenham papel importante na restituição do fósforo marinho, pois, ao se alimentarem de peixes e excretarem em terra firme, transportam o fósforo de volta ao ambiente terrestre ⁽¹⁰⁾, (iv) através dos processos geológicos, de origem tectônica, quando há ressuspensão das rochas sedimentares oceânicas para cima do nível do mar, as quais podem ser novamente intemperizadas ⁽⁹⁾, (v) por meio dos processos biológicos, quando há o afloramento de algas profundas, através do qual, o fósforo pode ser reincorporado à cadeia trófica presente no estado sólido sob forma combinada ⁽¹¹⁾ e, ainda, (vi) quando há acúmulo de guano, fosfato de origem orgânica, usado através de sua incorporação direta a adubos, obtendo-se uma mistura de matéria orgânica e nitrogênio, em adição ao fósforo, mistura esta de pouca importância comercial, pois o guano costuma formar depósitos de pequena expressão ⁽⁶⁾.

A indústria extrativa mineral, responsável pela produção da matéria-prima fosfática (concentrado), obtém o fósforo através de vários tipos de processos, sendo um deles a redução do fosfato de cálcio com carbono, em Forno Elétrico a 1400-1500 °C. Ironicamente, essa reação usada nos dias atuais é baseada na mesma original da descoberta do fósforo dos tempos da ciência alquímica ⁽³¹⁾. Adiciona-se areia (SiO₂) à mistura para remover o cálcio como uma escória fluida (silicato de cálcio), sendo o fósforo separado sob a forma de P₄O₁₀. A seguir, carbono é utilizado para reduzir P₄O₁₀ a fósforo elementar. Nas temperaturas utilizadas para essa reação, o fósforo encontra-se no estado gasoso, sendo destilado principalmente como P₄ misturado a quantidades menores de P₂. O fósforo branco, P₄, é obtido pela condensação do gás ao passar através da água.



Cerca de 85% da produção de fósforo elementar são empregados na fabricação de ácido fosfórico, H_3PO_4 , muito puro. Deste, cerca de 10% são usados na fabricação de P_4S_{10} (pentassulfeto de fósforo) e P_4S_3 . O ácido fosfórico entra também na fabricação de $POCl_3$ e de bronze de fósforo ⁽⁴⁾.



Através dos processos de extração tem-se a produção de vários subprodutos, tanto de grande impacto ambiental quanto de grande valor econômico. Um dos mais conhecidos, e provavelmente de maior interesse industrial, é o H_3PO_4 , que no processo anteriormente exemplificado foi extraído por via seca ou térmica, ou seja, o fósforo foi submetido a uma queima ao ar livre, formando o P_4O_{10} , que depois sofreu hidrólise, dando origem ao ácido fosfórico. A forma mais comum de obtenção desse ácido é por via úmida, usando como extrator o ácido sulfúrico, diretamente a partir da rocha contendo apatita. O ácido fosfórico é bastante conhecido por ser um dos principais ingredientes (i) *na indústria alimentícia*, sendo usado como acidulante de refrigerantes (principalmente os de cola), doces, molhos para saladas, geleias, fermentos biológicos, refinação do açúcar, estabilizante de óleos vegetais, usinas de chocolate; (ii) *na indústria farmacêutica*, na obtenção de insulina, produção de antibióticos, fortificantes etc.; (iii) *na indústria química*, na fabricação de fertilizantes agrícolas, obtenção de fosfato bicálcico para ração animal, produção de carvão, formulação de detergente, decapante, antiferrugem. O ácido fosfórico também é utilizado no tratamento biológico de efluentes e no polimento químico ou eletroquímico de peças de alumínio ⁽¹⁴⁾. Esse ácido inorgânico pode causar sérios riscos à saúde humana; se ingerido puro, por exemplo, produz queimaduras na boca, na traqueia e no estômago e, se inalado, provoca dificuldade no ato de respirar e irritação no sistema respiratório; o contato dérmico leva a queimaduras e irritação. É um líquido altamente tóxico, que, acredita-se, seja a razão primária da formação de pedras nos rins e perda de densidade óssea causadas pela ingestão frequente de refrigerantes ⁽¹⁵⁾.

Outro subproduto de grande importância e considerado um dos mais perigosos, produzido em quantidades relativamente elevadas, é o Fósforo Branco (P_4). É usado regularmente para a fabricação de fogos de artifício e bombas de fumaça para camuflar movimento de tropas, em operações militares; o fósforo branco é mole, de aspecto seroso e bastante reativo; reage com ar úmido emitindo luz (quimiluminescência) e se inflama espontaneamente no ar a cerca de 35 °C, sendo, por isso, armazenado sob água para impedir essa reação. É extremamente tóxico, podendo ser encontrado na forma de moléculas P_4 tetraédricas ⁽⁴⁾. Sua utilização como componente de armas químicas, que lhe atribuiu a fama de “Elemento do Diabo”, é proibida pela convenção de Genebra e, especialmente, pela Convenção sobre Armas Químicas (CWC), que não o inclui em sua listagem dos permitidos. É sabido que o fósforo foi usado pelos exércitos desde a Primeira Guerra Mundial, durante a Segunda Guerra, no Vietnã e, recentemente, por Israel, na Operação Chumbo Fundido. Os Estados Unidos e a Grã-Bretanha também utilizaram munições com fósforo em combates ⁽¹⁶⁾.

Nas últimas décadas, a tendência é o banimento do seu uso, no entanto notícias recentes (agosto de 2012) mostram crianças sendo atingidas por fósforo branco na Faixa de Gaza. Ainda, durante a incursão israelita na Faixa de Gaza em dez./2008 a jan./2009, grupos humanitários estimam que cerca de 1.000 crianças foram feridas e 300, mortas com esse tipo de armamento. Esse tipo de bomba, munição de artilharia e morteiros, explode em flocos inflamáveis mediante impacto. São artefatos incendiários e causam queimaduras terríveis, podendo mesmo ser letais ⁽¹⁶⁾. Visto por esse ângulo, é inegável que as indústrias mineradoras de extração de fosfato e as armas químicas à base de fósforo branco estejam inexplicavelmente

ligadas, tão semelhante e chocante quanto ao que acontece em relação à ligação existente entre a Energia Nuclear e as Armas Nucleares ⁽¹⁷⁾.

A pressão sobre esse recurso deve levar essa questão à ribalta das preocupações públicas e políticas, não “somente” por conta do subproduto P_4 , mas principalmente por conta de outro subproduto que passa despercebido na questão da geração de impactos e está presente em TODOS os processos de extração: o Fluoreto. A origem do problema está na composição da rocha fosfática que está frequentemente contaminada com altos níveis de fluoreto, como 40.000 ppm ou até 4% do minério bruto. Para remover o fluoreto, ácido fluorídrico é adicionado a uma lama molhada de fosfato e água. Isso causa vaporização do fluoreto, criando compostos gasosos altamente tóxicos, tais como *fluoreto de hidrogênio* e *tetrafluoreto de silício*, que são capturados por purificadores úmidos formando o *ácido hexafluorosilício* e *silicofluoreto de sódio* ⁽¹⁵⁾. Estes dois produtos químicos são considerados altamente tóxicos pela EPA (Environmental Protection Agency) e classificados como lixo tóxico e de risco.

“Curiosamente”, esses dois ácidos são utilizados na chamada fluoretação da água de abastecimento público de várias cidades em todo o mundo sob o consentimento das autoridades, que acreditam estar “medicando” a população mundial. Essa política adotada é uma conveniente e, ao mesmo tempo, uma perigosa válvula de escape para as indústrias mineradoras de fosfato, que transformam pavor em lucro, descartando seus subprodutos tóxicos de risco no meio ambiente, sem obedecer a nenhuma regulamentação ambiental sob o pretexto de estar colaborando com o sistema odontológico de saúde, sendo que, na verdade, o real uso de grande parte desta água fluoretada é para outros fins, deixando evidente a enorme contradição entre os argumentos apresentados. O fluoreto não passa de um dejetivo químico tóxico, que é descartado no meio ambiente, passando primeiramente através dos corpos das pessoas e, no final da corrente, chegando aos rios e mananciais e finalmente aos oceanos ⁽¹⁸⁾.

Outro fato curioso, que à primeira vista pode parecer uma associação absurda, é que, já em 1932, Aldous Huxley, em sua obra *Admirável Mundo Novo*, famoso livro de ficção científica, fala a respeito de uma técnica engenhosa para, propositadamente, contaminar a água de abastecimento público ⁽¹⁹⁾. A fluoretação também foi um tema discutível no filme de Stanley Kubrick, *Dr. Estranho amor* (1964), contra “a conspiração internacional dos comunistas para esgotar e contaminar todos os nossos preciosos fluidos vitais” ⁽²⁰⁾. Soando absurdo ou não, os sinuosos caminhos da não sustentabilidade quanto à questão do fluoreto são demonstrados nas últimas décadas através de um leque de estudos surpreendentes, que estabeleceram uma relação estatística positiva entre o baixo QI em crianças e a exposição destas a esse tóxico. Outro estudo conduzido pelo Centro de Controle de Doenças Endêmicas na China descobriu que cada miligrama adicional de fluoreto detectado em cada litro de urina de uma criança poderia ser associado a uma diminuição de 0,59 pontos na marca do QI daquela criança. Ainda outro estudo descobriu que a exposição ao fluoreto reduziu em mais de 70% o número de crianças que alcançavam “elevados QIs” ⁽²¹⁾.

Esse assunto se torna ainda mais assustador quando se considera que, assim como o fósforo, o flúor se liga, em todo o sistema endócrino, a receptores especificamente reservados aos nutrientes. Em relação ao nutriente fósforo, sabe-se que um indivíduo de peso médio possui em seu organismo cerca de 3,5 kg de fosfatos. É o segundo elemento não-metal mais abundante e de maior diversidade de funções no organismo humano. Além de sua grande importância por se combinar com o cálcio, propiciando rigidez aos ossos e dentes, é elemento essencial do ATP (trifosfato de adenosina) e do CP (fosfato de creatina), compostos estes que fornecem energia para o trabalho biológico. Além do referido anteriormente, o fósforo desempenha papel fundamental na estrutura do DNA e do RNA e também está envolvido na eliminação dos produtos ácidos finais provenientes do metabolismo energético; nos rins, os

íons de hidrogênio são eliminados com o auxílio do fósforo, participando assim do fundamental controle do pH no nosso organismo ⁽⁴⁾. O fósforo também atua no metabolismo energético de proteínas, lipídios e carboidratos, assim como no controle das funções nervosas e musculares, estando justamente neste ponto umas das principais questões que envolvem a ligação com o flúor: a atrofia de uma de nossas principais glândulas, a pineal, com a consequente inibição da produção normal de hormônios que regulam os sistemas vivos em todo o corpo ⁽²²⁾.

A glândula pineal, ou epífise neural, conhecida desde a antiguidade como o terceiro olho, é uma pequena glândula endócrina localizada perto do centro do cérebro, entre os dois hemisférios, que age como uma espécie de supervisora em relação a outras glândulas. Em sua estrutura está presente uma inervação parassimpática proveniente dos gânglios esfenopalatinos e óticos, ou seja, seus nervos se ramificam exatamente como os nervos óticos, e tem em sua constituição *Cristais de Apatita*. Tem esse nome, Pineal, em razão de sua semelhança com uma Pinha. René Descartes (século XVII) afirmava que nela se situava a "Alma Humana" – era um órgão com funções transcendentais. A revelação espiritual informa ser a Epífise a glândula da vida mental e elo com a espiritualidade. A Epífise é conhecida também como o centro de nosso relacionamento com outras dimensões e tem sido assim nas mais variadas correntes religiosas e místicas há mais de 2000 anos. Para os praticantes da ioga, a pineal é o ajna-chakra, leva ao autoconhecimento ⁽²³⁾.

A inibição da Pineal, não só por desuso, mas também por motivos físicos, como o “envenenamento” de nosso meio ambiente e alimentos, estaria provocando um retardamento na humanidade e, assim, promovendo o caos social em nome da nova ordem mundial. Este fato não é nada surpreendente, visto que as primeiras pesquisas sobre ingestão de flúor por humanos foram feitas em campos de concentração nazistas, com o intuito de acalmar os prisioneiros, que eram obrigados a ingerir o íon através de água com até 1500 ppm de flúor. O resultado era uma espécie de tranquilidade, que fazia com que os prisioneiros executassem melhor suas tarefas e sem questionamentos. Atualmente, com o mesmo objetivo, o flúor é adicionado a alguns medicamentos psiquiátricos. Mais de 60 tranquilizantes largamente utilizados contêm flúor, como Diazepan, Valium e Rohypnol ^(18, 24). Polêmica à parte, algo não está sendo levado em conta: é praticamente impossível encontrar água que não tenha recebido adição de flúor.

Alguns países desenvolvidos (Áustria, Bélgica, Dinamarca, Luxemburgo, Alemanha, China, Finlândia, França, Holanda, Hungria, Irlanda do Norte, Japão, República Tcheca e Suécia) já suspenderam o uso de flúor na água de abastecimento público, mas ainda há uma crescente resistência contra a não adição dessa substância, devido ao fato de que esta se tornou a força vital de parte da economia e da indústria moderna; há muito dinheiro em jogo para aqueles que endossam a fluoretação da água. As mentiras quanto aos benefícios da fluoretação da água irão continuar alimentando o público, não para incentivar os “benefícios” à saúde de um grande número de pessoas, mas sim para o benefício (lucro) do complexo industrial e militar, já que o flúor, assim como o P₄, é usado também pela indústria de armamentos, sendo a substância química-chave na produção da bomba atômica, pois milhões de toneladas são necessários para a fabricação de bombas de urânio e plutônio ^(18 24).

Apesar de evidências crescentes de que é prejudicial à saúde pública, é surpreendente que o flúor seja aceito tão completamente e cegamente, numa atitude irracional, por parte das autoridades. O caos pode ser iminente, pois afeta tanto os seres humanos quanto a vida selvagem, se considerarmos que o destino final de todos esses tóxicos são os oceanos. Uma importante observação é que muitas aves e animais marinhos se guiam pelo campo magnético da Terra para se deslocar de um lugar a outro, usando a Glândula Pineal como magneto-receptor, e que, muito provavelmente, por conta de toda poluição sofrida, mesmo que diluída pelos oceanos ao longo de todos esses anos, estes animais migratórios estão tendo seus

padrões imunológicos alterados (ciclos circadianos, que são os ciclos vitais - principalmente o sono; controle das atividades sexuais e de reprodução; percepção do tempo etc.)⁽²⁵⁾.

Além da contaminação pelo flúor, outro forte fator de degradação ambiental é a lixiviação de grande biomassa de fósforo proveniente dos campos agrícolas; há ainda a poluição através das várias formas de desenvolvimento industrial, que tem aumentado em ritmo acelerado devido ao crescimento da população humana, provocando degradação dos rios através do lançamento de efluentes sem tratamento diretamente nas zonas costeiras, o que leva à eutrofização^(5, 11). Este fato não constitui nenhuma novidade, visto que os problemas em relação à eutrofização datam do período pós-II grande guerra, época em que fosfatos foram introduzidos na fabricação de detergente, a fim de neutralizar o cálcio e o magnésio para melhorar a ação surfactante, levando a um processo de eutrofização cada vez mais acentuado. Nesse mesmo período, investigações científicas já apontavam o fósforo como elemento-chave no processo de eutrofização⁽³¹⁾.

Outra questão importante a ser discutida é que, além de gerar poluição e transtorno por conta do “comércio sem consciência” dos seus subprodutos, as Indústrias Mineradoras de Fosfato causam impactos irreversíveis no ambiente natural e na comunidade local: o ambiente natural vai sendo modificado pela perda de parte da vegetação nativa existente; cursos de rios costumam ser interceptados para a construção de represas; paisagem é alterada como resultado de escavações de minas e demais atividades, contribuindo para a perda da biodiversidade; as comunidades locais também são afetadas pelo aumento do tráfego, aumento da população e da demanda por serviços públicos de educação, saúde, saneamento e transportes, assim como pelo compromisso de encontrar alternativas econômicas para a posterior desativação das Minas⁽²⁶⁾. Os problemas ambientais e sociais são, sem dúvida, complexos, e seus efeitos se abatem cada vez mais rapidamente sobre o mundo.

Soluções para o problema, através de metodologias alternativas, já permitem o uso desse minério sem a necessidade de aplicação de métodos agressivos de mineração e produção de fertilizantes. O processo da ‘rochagem’ (simples aplicação do pó dessas rochas *in natura* finamente moídas para o aprimoramento do modelo de cultivos orgânicos ou mesmo em grandes áreas), por exemplo, configura-se como um uso sustentável desses recursos naturais, encaixando-se entre os preceitos propostos pela Agroecologia, em que os critérios de sustentabilidade norteiam as discussões sobre uma agricultura mais sustentável. Assim, a hipótese de aproveitamento integral e sem geração de rejeitos da riqueza mineral pelo sistema de ‘rochagem’ beneficia a agricultura e configura-se como a única técnica que atende aos princípios da sustentabilidade, tanto do ponto de vista social como cultural, político, espacial e ecológico, tornando-se, portanto, inteiramente ‘sustentável’ do ponto de vista econômico⁽²⁶⁾.

A vida das reservas de fosfato está com seus dias contados e, mesmo havendo descobertas de novos depósitos, tal fato não removeria a ameaça da queda de produção do fósforo dentro de poucas décadas. Uma coisa é certa: a exploração continuará, seja para fins alimentares (reposição mineral necessária em solos para acrescentar novas quantidades de elementos vitais)⁽⁶⁾ ou para fins não-alimentares (como no caso da produção de biocombustíveis, que exige a prática de fertilização, ou na indústria química, com a utilização de íons lítio-fosfato para produção de bateria para veículos elétricos, cada uma contendo 60 kg de fosfato)⁽³¹⁾. Evitar uma grande crise em relação ao fósforo é possível, no entanto, será preciso considerável vontade política, mudanças substanciais da atual infraestrutura física e arranjos institucionais. Primeiramente, é importante buscar alternativas no passado, já que, antes mesmo de as sociedades agrárias praticarem adubação a partir da fertilização usando rocha fosfática e de nem sequer terem conhecimento da necessidade de manter a fertilidade do solo, técnicas alternativas simples e eficientes foram desenvolvidas com sucesso, como, por exemplo, adições de matéria orgânica como esterco e resíduos de culturas; manipulação do

ambiente através da queima controlada para aumentar temporariamente a biodisponibilidade dos nutrientes; e uso de dejetos de animal, inclusive o humano, como adubo (prática bastante comum na Ásia, principalmente na China) ⁽³¹⁾.

Outra importante solução, uma das mais viáveis, que já está sendo utilizada em alguns países desenvolvidos, seria o uso de plantas fitorremediadoras do ambiente para recuperação de certos nutrientes, dentre eles o fósforo. Essas plantas fornecem materiais de importância econômica para a sociedade, pois podem ser utilizadas como fertilizante de solo; como fertilizante de tanques de piscicultura ou abrigo para alevinos; como matéria-prima para a fabricação de remédios, artesanatos e tijolos para a construção de casas; e para recreação e lazer, pois são cultivadas em lagos artificiais como plantas ornamentais, etc. O processo é simples: à medida que a água flui pelo substrato, a vegetação age como uma barreira à manutenção do seu curso, diminuindo a velocidade de avanço em direção ao corpo receptor e fazendo com que os sedimentos e poluentes que carrega precipitem. Assim, estes sedimentos e poluentes podem ser capturados pela vegetação e, logo após, metabolizados. Além disso, as vantagens da aplicação dessa técnica são as seguintes: baixo investimento, capacidade de fitorremediar mais de um elemento no mesmo local, facilidade de manejo, possibilidade de ser reutilizada para outros fins e também boa aceitação pela sociedade ⁽²⁷⁾.

As plantas utilizadas nessa técnica são as macrófitas aquáticas, que constituem, em sua grande maioria, vegetais superiores que retornaram ao ambiente aquático e que possuem algumas características de vegetais terrestres e grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes ⁽²⁸⁾. Além disso, um fator importante é que, para realizar a fitorremediação, o critério em relação à escolha da macrófita apropriada nos sistemas de tratamento seria a disponibilidade da planta na região onde será instalado o sistema, ou seja, o sucesso da captura de nutrientes depende do potencial da planta, que deve estar adaptada às condições locais disponíveis no sistema. O uso do manejo integrado para reciclagem de nutrientes através da utilização de macrófitas aquáticas flutuantes, como a adubação orgânica, seria uma forma barata e eficiente de proporcionar uma maior estabilidade no ciclo dos nutrientes na bacia hidrográfica ⁽²⁹⁾, principalmente em relação ao nutriente fósforo, que, já sabemos, se trata de um ciclo aberto. Investir em fontes de fósforo renováveis (através de locais de recuperação de fósforo a partir de resíduos, como, por exemplo, estações de tratamento) pode, simultaneamente, reduzir a dependência por este recurso finito, reduzir a poluição da água e aumentar a segurança deste nutriente para as comunidades, o que é particularmente importante para as regiões altamente dependentes da importação ⁽³¹⁾.

A abordagem agroecológica propõe mudanças profundas nos sistemas e nas formas de produção. Uma delas, e que não seria novidade, visto que até mesmo o fósforo foi descoberto através do processamento dessa matriz, é o reciclo de nutrientes partindo dos elementos encontrados na própria urina humana. A maior parte dos nutrientes essenciais na agricultura (N, P, K) é encontrada na urina humana e, na maioria dos casos, sua quantidade total é mais apropriada do que as encontradas nos fertilizantes artificiais. Zancheta (2007), em estudo a respeito do tratamento da urina para fins agrícolas, constatou que a maior concentração de fósforo é obtida a partir da urina de crianças, em razão da presença de fósforo na formação dos dentes e ossos.

No que diz respeito ao ambiente, é inútil nos culparmos; o necessário é nos mobilizarmos, de modo a contribuir, todos juntos, para impor *novos paradigmas*. A Agroecologia, por ser uma ciência integradora que congrega conhecimentos de outras ciências que se baseiam na dinâmica da Natureza, assim como informações dos saberes populares e tradicionais provenientes das experiências de agricultores familiares de comunidades indígenas e camponesas, apresenta-se como uma saída para racionalização da utilização dos nutrientes obtidos de maneira bruta, como é o caso do fósforo. A inovação metodológica proposta pelos estudos agroecológicos diminuiria a produção e a comercialização

inconsequente dos subprodutos de produção gerados pelas empresas extratoras de fosfato e facilitaria a produção descentralizada e autônoma para o pequeno agricultor, além de promover o entendimento como movimento e como prática dedicada ao estudo das relações produtivas entre homem e natureza, visando sempre à sustentabilidade ecológica, econômica, social, cultural, política e ética. Dessa forma, o resgate de saberes tradicionais estaria atrelado à formulação de saberes acadêmico-científicos, buscando a cooperação e a união de diferentes saberes na construção de uma sociedade alternativa visando à construção de novos modelos de desenvolvimento mais sustentáveis e palpáveis.

Referências

1. Arruda, M.L.; Pires, M.H. 1988 *Filosofando*. Editora Moderna, São Paulo.
2. *Série de documentários da TV Escola sobre as descobertas da China Antiga*. 2008.
3. François, J. 1998 *O Ratinho, a Mosca e o Homem*. Trad. de Maria de Macedo Soares Guimarães. Companhia das Letras.
4. Lee, J.D. 1999 *Química Inorgânica não tão Concisa*. Tradução da 5ª Edição Inglesa.
5. Santos, D.B. 2009 *Fósforo como marcador Geoquímico para avaliação dos impactos nos Sedimentos do Rio do Sal*. Aracaju/SE (Brasil). Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
6. Souza, A.E.; Fonseca, D.S. 2009 *Fosfato*. Departamento Nacional de produção Mineral, Economia Mineral Brasileira.
7. Silva, T.H.C. 2012 *A mineração de Fosfato no Brasil: um estudo econométrico*. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Brasília.
8. Hwang, A.; Ji, W.; Khim, J. 2007 *Characteristics of phosphorus containing waste-bones*. Materials letters. p. 677-679.
9. Aduan, R.E.; Vilela, M.F.; Reis Jr., F.B. 2004 *Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta*. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento.
10. Rezende, M.O.; Rosa, R.S.; Messias, R.A; Ambrozini, B. 2003 *Importância da Compreensão dos ciclos Biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável*. Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo.
11. Mendes, B.; Oliveira, J.F.S. 2004 *Qualidade da água para consumo humano*. Universidade de Lisboa.
12. Lewis, L. 2008 *Scientists warn of lack of vital phosphorus as biofuels raise demand*. Times-online (http://business.timesonline.co.uk/tol/business/industry_resources/article4193017.ece).
13. Portal *Agronegócio*. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Irrigação do Estado de Goiás, Brasil. Disponível em: http://www.agronegocio.go.gov.br/seagro/index.php?pg=noticias&id_noticia=12566&titulo=EUA%20descobrem%20fosfato%20no%20Iraque
Acesso em: 17/março/2013.
14. Portal *Infoescola*. Navegando e aprendendo, Brasil. Disponível em: <http://www.infoescola.com/quimica/acido-fosforico/>; Acesso em: 28/março/2013.
15. Série de vídeos Natura News sobre o engano do fluoreto, expondo *a verdade sobre fluoretação*. 2004. Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=_1uVcy15PXc

16. Portal *Pragmatismo Político*. Fósforo branco: crianças palestinas são queimadas vivas por Israel em Gaza. Disponível em: <http://www.pragmatismopolitico.com.br/2012/08/fosforo-branco-criancas-palestinas-sao-queimadas-vivas-por-israel-em-gaza.html>; Acesso em: 10/abril/2013.
17. CAPRA, F. 1982 *O Ponto de Mutação: A Ciência, a Sociedade e a Cultura Emergente*. 25^a ed. São Paulo: Cultrix. 447p.
18. Portal *Rede de ação contra o Flúor*. Coalizão internacional que busca ampliar a consciência pública sobre a toxicidade dos compostos de flúor e os impactos da exposição ao fluoreto na saúde atual. Disponível em: <http://www.FluorideAlert.org>; Acesso em: 1º/março/2013.
19. Hulex, A. 2003 *Admirável Mundo Novo*. Tradução Lino Vallandro e Vidal Serrano. São Paulo, Brasil; Editora Globo, 2^a Edição.
20. Kubrick, S. 1964 *Dr. Estranho Amor* [Filme-vídeo]. Produção e Realização de Stanley Kubrick, baseado no romance Red Alert, filme anglo-americano.
21. Li, X.S. 1995 Effect of fluoride exposure on intelligence in children. *Fluoride. Research Report*, vol. 33, nº. 2.
22. Luke, J. 1997 *The effect of fluoride on the physiology of the pineal gland*. Tese de Doutorado. Universidade de Surrey, Guildford.
23. CAPRA, F. 2006 *O Tao da Física: um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental*. 24^a Ed. São Paulo: Editora Cultrix. 274 p.
24. Portal *Real Agenda*. A fluoretação da água: o maior caso de fraude científica do Século. Disponível em: <http://real-agenda.com>; Acesso em: 27/abril/2013
25. Semm, P.; Schneider, T.; Vollrath, L. 1980 Effects of an Earth-strength magnetic field on electrical activity of pineal cells. *Nature*, 288: 607-608.
26. Portal *Mapa de Conflitos e Injustiça Ambiental em Saúde no Brasil*. Projeto de mineração de Fosfato gera insegurança sobre possível contaminação dos recursos hídricos e do solo em região vocacionada ao turismo e marcada pela agricultura orgânica e de subsistência familiar. 2013 Anitápolis, Santa Catarina, Brasil. FIOCRUZ e FASE.
27. Divensi, H.F.; Lima, S.B.; Souza, D.C. 2010 Tratamento de efluentes com altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes utilizando macrófitas aquáticas. ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 5., 2010, Campo Mourão, Paraná, Brasil.
28. Esteves, F.A. 1998 *Fundamentos de Limnologia*. 2^a ed. Rio de Janeiro: Interciência.
29. Lima, M.R. 2005 *Atributos de solos e macrófitas aquáticas flutuantes: uma contribuição à sustentabilidade agrícola e ambiental na Bacia do Rio Araí (PR), Brasil*. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Brasil.
30. Zancheta, P.G. 2007 *Recuperação e tratamento da Urina Humana para uso agrícola*. *Dissertação de mestrado*. Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil.
31. Ashley, A.K; Cordell, D.; Mavinic, D. 2011 A brief history of phosphorus: from the philosopher's stone to nutrient recovery and reuse. *Chemosphere*, 84: 737-746.