

Ribeirão Preto, 05 de agosto de 2013.

Parecer técnico ao Ministério Público do Estado de São Paulo, Procuradoria Geral de Justiça, sobre o uso de resíduos industriais para formulação de insumos agrícolas.

Ofício no 943/13-CAOCível/PGJ

Ref.: Resíduos industriais para formulação de insumos agrícolas

Ilustríssimos,

Sabemos que no ambiente estão naturalmente presentes elementos químicos não essenciais (tóxicos) e essenciais. Os elementos químicos essenciais são aqueles necessários ao bom funcionamento dos seres vivos como o zinco, cobre, selênio e enxofre, presentes em várias enzimas e tecidos de vegetais, de animais e de microrganismos. Por outro lado, os elementos não essenciais são aqueles que não têm qualquer função no organismo vivo e, dependendo da sua forma química, concentração e via de exposição podem causar sérios efeitos tóxicos em seres vivos. Dentre estes elementos destacam-se o chumbo, arsênio, cádmio, mercúrio e urânio.

A proposta de resolução que dispõe sobre critérios e procedimentos para uso de resíduos industriais indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo trata essencialmente da concentração desses elementos que possa estar presente. Nesta proposta destacam-se elementos de interesse agrônomo: cobre, manganês, molibdênio e zinco, essenciais; e, curiosamente, destacam-se como os não essenciais (ou tóxicos): arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e níquel. Cabe aqui destaque a alta concentração dos elementos (essenciais e não essenciais) e, sendo assim, os trabalhadores expostos ocupacionalmente a este material devem também ser biomonitorados quanto às concentrações desses elementos sangue e urina rotineiramente.

Recentemente, em um de nossos estudos, verificamos que um solo com apenas 15 mg de arsênio por kg de solo, valor 2 vezes menor que o limite máximo apresentado na proposta considerando a concentração final do contaminante no fertilizante (36 mg/kg com base na IN 27/06 do Ministério da Agricultura), reduziu significativamente a produtividade e

crescimento de diferentes cultivares de arroz (Batista, 2012). Ressalta-se que o solo continha todos os elementos essenciais à planta. Assim, analogamente, nos atuais valores apresentados na proposta, é como se administrássemos a cada 8 horas anti-hipertensivo e uma colher de sal de cozinha a um paciente com problemas cardíacos. Cabe ainda ressaltar que, dos elementos apresentados, o cromo, por exemplo, possui uma forma tóxica e uma essencial e estas formas, também presente em cimentos, são legisladas em países da Comunidade Europeia (EVISA, 2013).

Prezados, dentro deste contexto de relação planta/elemento cabe destacar outros pontos do qual temos experiência em estudos científicos. O arsênio existe na natureza em diversas formas químicas com diferentes toxicidades. De modo geral e simplista, quanto maior a presença do elemento carbono ligado ao arsênio menor sua toxicidade, assim as espécies metiladas são menos tóxicas (Klaassen, 2008). Na luz atual da ciência não basta apenas conhecermos a concentração total de um elemento, mas também suas espécies químicas (a forma como ele se apresenta). Desta maneira estudos feitos no mundo e no Brasil mostram que o arroz é uma planta que tem predileção pelo arsênio presente no solo, principalmente aquele arsênio mais tóxico (não metilado) (Williams et al., 2007). Essa planta tem a capacidade de transferi-lo aos grãos, importante fonte de carboidratos para metade da população mundial. Assim, pesquisas focam cada vez mais no controle de qualidade do arroz e dos alimentos contendo arroz e no adequado uso de solo e água de irrigação contendo este elemento (EFSA 2009, Mapanda et al., 2005; Smith et al., 2008; Heikens 2006).

O limite máximo de arsênio em água é de 10 µg de arsênio / litro de água, sendo este valor utilizado para comparações em relação a concentração deste elemento em outros alimentos. Nosso estudo demonstrou que, se uma pessoa ingerir diariamente cerca de 85 gramas de arroz com média de 0,22 µg de arsênio por kg de arroz, estará ingerindo mais arsênio via arroz que via água (considerando o consumo de 2 litros de água por dia) (Batista et al., 2011).

Qual o risco? O arsênio age fracamente em células de mamíferos como mutagênico, mas pode induzir anormalidades cromossômicas, aneuploidia e formação de micronúcleos. O arsênio também pode agir como um co-mutagênico e/ou co-carcinogênico sendo ativado, por exemplo, por irradiação ultravioleta, produzindo câncer de pele. A exposição crônica ao arsênio também causa doenças vasculares periféricas, cardíacas (hipertensão e arritmias) e anemia. Finalmente, seus compostos podem resultar em desenvolvimento de câncer de pele,

pulmão, fígado, bexiga, rins e cólon e é reconhecido pela “International Agency for Research on Cancer” (IARC) e pela “American Conference of Industrial Hygienists” (ACGIH) como carcinogênico humano (ACGIH 2003; IARC, 2004).

Diante do exposto não é possível imaginar o que se venha a ocorrer aplicando-se a uma cultura de arroz tal insumo nas concentrações máximas. Quando imaginamos isso no longo prazo (10, 20, 50 anos) o que será desse solo? A bioacumulação é um fato que ocorre em solos (Nicholson et al., 2003). Caso esse insumo seja aplicado constantemente no solo os valores, com o passar dos anos, pode vir a se tornar maior que o valor na própria legislação. E então o que será feito? A remediação do solo ou a alteração dos valores máximos? A primeira seria jogar para o produtor rural a responsabilidade e o custo para solucionar um problema que poderia ser prevenido e outro importante fato: silenciosamente esses “fertilizantes” podem estar comprometendo a fertilidade do solo. Já a segunda seria um retrocesso sem precedentes, seria negar o conhecimento adquirido sobre os efeitos tóxicos desses elementos (não só o arsênio, mas cádmio, mercúrio, chumbo entre outros). Finalmente, a lixiviação desses solos e a contaminação de rios e lençóis freáticos devem ser consideradas uma vez que são utilizados para consumo humano e irrigação. Soma-se a este longo prazo a exposição de toda a população a esses elementos através da alimentação, o que além de causar doenças e tirar vidas, gerar altos custos para os cofres públicos uma vez que o tratamento para câncer, por exemplo, é um dos mais dispendiosos no sistema de saúde.

Até aqui foi dado maior destaque ao arsênio e sua relação com o arroz, porém é sabido que o cádmio também pode ser acumulado nos grãos de arroz. No Japão a ingestão desses alimentos contaminados por cádmio causou deformação em ossos e articulações, doença conhecida como “itai-itai” (Klaassen 2008). Sabe-se que a planta do fumo também tem predileção por absorver cádmio do solo. Portanto o ato de fumar é uma importante fonte de exposição ao cádmio (Klaassen 2008). Outro importante fato é relação do mercúrio com peixes, fonte de proteínas para os ribeirinhos na Amazônia. O mercúrio é tóxico e também tem suas formas menos tóxicas (mercúrio inorgânico) e mais tóxicas (mercúrio orgânico, metilado) (Grotto 2011; Barcelos 2012). Em um ambiente aquático esse mercúrio inorgânico pode ser biotransformado por microrganismos à mercúrio metilado. Este por sua vez, possuindo mais lipossolubilidade pode se acumular e se biomagnificar na cadeia alimentar, vindos a se concentrar nos peixes carnívoros, os maiores e mais consumidos pela referida

população. O mercúrio orgânico (metilmercúrio principalmente) pode ser acumular no sistema nervoso central dos seres humanos causando distúrbios neurológicos além deste elemento ser genotóxico e teratogênico (ACGIH 2003; IARC, 2004). Essa forma orgânica do mercúrio já foi encontrada em grãos de arroz, uma vez que esta forma é mais facilmente absorvida que a forma inorgânica. Finalmente cabe ressaltar a predileção de samambaias e mostarda pelo arsênio e de aspargos e morango por mercúrio, sendo assim, essa escolha de um limite máximo deve ser mais criteriosa mediante o conhecimento atual (Leonard et al., 1998; Zhao et al., 2009; Molina et al., 2006).

É sabido que o Brasil desponta para ser o celeiro mundial. Tal fato se apoia em 4 premissas: i) os Estados Unidos da América (EUA) e a Comunidade Europeia (CE) tem seus territórios cultiváveis praticamente todos ocupados; ii) A China é uma grande consumidora de alimentos; iii) A África não possui mão de obra e tecnologia apropriada para a agricultura e pecuária e; iv) o Brasil possui grande extensão de terras cultiváveis, mão de obra e tecnologia apoiada principalmente nas suas instituições de pesquisa (IMA, CETESB, SABESP, EPAGRI, EMATER, ANVISA, MAPA, LANAGROS e EMBRAPA). Assim, devemos privar pela qualidade de nossos alimentos, não só quanto à concentração de substâncias inorgânicas, mas também orgânicas. A China já possui uma legislação para concentração de arsênio inorgânico (arsenito mais arsenato) no arroz menor que 150 ng/g (Juskelis et al., 2012). Os EUA e CE despontam para uma legislação semelhante visto que a contaminação do arroz atinge não só seus consumidores diretos, mas também os neonatos, população mais susceptível, que se alimentam de “papinha” e outros alimentos à base de arroz (Meharg et al., 2008). Assim, se não há um controle interno eficiente, teremos não só dificuldades de exportação, mas também alimentos sem segurança para nosso próprio consumo.

Em um cenário de insuficiência de condições atuais de avaliação, controle e monitoramento da segurança alimentar no caso do Brasil, incluindo o papel dos laboratórios nacionais, não cabe ampliar os riscos por normas como esta. Além disso, ficam ampliados os riscos associados e à perspectiva negativa para o meio ambiente e saúde pública (especialmente em função da insuficiência do conhecimento científico referente aos solos, ao comportamento das diferentes culturas/alimentos) devido ao ato de adição de mais contaminantes que não são de interesse das plantas e/ou solos, como arsênio, via uso de resíduos industriais (solos cuja característica em relação a esses contaminantes não foi sequer diagnosticada).

A intenção não é punir. É tentar entender para prevenir a população desse risco. Assim seguem alguns pontos que devem ser analisados como ponto de partida para solução de tal problema:

a-) A purificação desses resíduos deve ser realizada no sentido de se reduzir as concentrações dos elementos tóxicos e/ou pré-concentrar os elementos de interesse extraíndo-os da massa de resíduos, de modo que os elementos tóxicos não sejam detectáveis através dos processos analíticos de melhor tecnologia disponível adotados e aprovados pelo órgão ambiental competente responsável pelo controle e fiscalização desta atividade (segundo recomendações internacionais a ingestão desses elementos tóxicos deve ser reduzido ao máximo). Cabe ressaltar que este processo tem um custo baixíssimo comparado aos custos envolvidos para se realizar a descontaminação de todo um ambiente ou para se tratar pessoas doentes devido à exposição a tais elementos;

b-) Análise sistemática dos solos brasileiros em suas diversidades para composição de um banco de dados sobre as concentrações de elementos inorgânicos dos solos e apoiar novas decisões neste âmbito;

c-) Obrigar as empresas em seus rótulos fornecerem a concentração dos elementos essenciais e não essenciais;

d-) Num âmbito mais científico, verificar nas diversas culturas brasileiras quais elementos (essenciais e não essenciais, orgânicos e inorgânicos) são mais absorvidos e suas transferências para as partes comestíveis.

Conclui-se que no Brasil há excelentes instituições e profissionais que possam contribuir para tal levantamento que apoie, definitivamente, uma legislação mais concisa para uma segurança alimentar e qualidade de vida. Temos total conhecimento da necessidade da utilização desses resíduos e sua participação na economia brasileira, mas a segurança alimentar deve se apoiar em análises toxicológico/nutricionais o que agrega maior qualidade e valor econômico aos nossos produtos.

Referências:

ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists. *Threshold Limits Values (TLVs) for Chemical Substances and Physical Agents Biological Exposure Indices for 2003*. Cincinnati, OH, 2003.

Barcelos, G. R. M. *Avaliação das propriedades antigênótóxicas e antioxidantes do flavonóide quercetina e dos carotenóides bixina e norbixina contra os danos no material genético e distúrbios do estado redox causados pelo cloreto de mercúrio e metilmercúrio, in vitro e in vivo*. Tese de doutorado apresentada ao

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto
Via do Café, s/n - 14040-903 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
Centro de Ciências Naturais e Humanas
Avenidas dos Estados, 5001 – 09210-170 - Santo André - SP - Brasil

Programa de Pós Graduação em Toxicologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2011.

Batista, B. L. Desenvolvimento de métodos rápidos de preparo de amostras para especificação química de arsênio em alimentos por LC-ICP-MS e avaliação das concentrações e do metabolismo em arroz. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Toxicologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2012.

Batista, B. L.; Souza, J. M. O.; Souza, S. S.; Barbosa, F. Speciation of arsenic in rice and estimation of daily intake of different arsenic species by Brazilians through rice consumption. Journal of Hazardous Materials, 191, 342-348, 2011.

EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Arsenic in Food. EFSA Journal 2009; 7, 1351 doi:10.2903/j.efsa.2009, 2009.

Grotto, D. Comparação de parâmetros de estresse oxidativo entre ratos expostos a metilmercúrio em meio aquoso e a peixes contaminados com o metal. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Toxicologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2011.

Heikens, A. Arsenic contamination of irrigation water, soil and crops in Bangladesh: Risk implication for sustainable agriculture and food safety in Asia. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 2006.

IARC, International Agency for Research on Cancer. Agents reviewed by the IARC monographs. France: 2004, 88 p.

Juskelis, R.; Banaszewski, K.; Cappozzo, J. Profiling Trace Metals in Food: LC-ICP-MS Speciation of Arsenic in Rice. Institute for Food Safety and Health. Illinois Institute of Technology, Chicago, IL, 2012. Disponível em: <http://www.chem.agilent.com/Library/eseminars/Public/Profiling%20Trace%20Metals%20in%20Food%20LC-ICP-MS%20Speciation%20of%20Arsenic%20in%20Rice.pdf>. Acessado em 14/07/2013.

Klaassen, C. D. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. USA: McGraw-Hill, 2008.

Leonard, T. L.; Taylor, G. E.; Gustin, M. S.; Fernandez, G. C. J. Mercury and plants in contaminated soils: 1. Uptake, partitioning, and emission to the atmosphere. Environmental Toxicology and Chemistry, 17, 2063–2071, 1998.

Mapanda, F.; Mangwayana, E. N.; Nyamangara, J.; Giller, K. E. The effect of long-term irrigation using wastewater on heavy metal contents of soils under vegetables in Harare, Zimbabwe. Agricultural, Ecosystems and Environmental, 107, 151-165, 2005.

Meharg, A. A.; Sun, G.; Williams, P. N.; Adomako, E.; Deacon, C.; Zhu, Y-G; Feldmann, J.; Raab, A. Inorganic arsenic levels in baby rice are of concern. Environmental Pollution, 152, 746–749, 2008.

Molina, J. A.; Oyarzun, R.; Esbrí, J. M.; Higuera, P. Mercury accumulation in soils and plants in the Almadén mining district, Spain: one of the most contaminated sites on Earth. Environmental Geochemistry and Health, 28, 487-498, 2006.

Nicholson, F. A.; Smith, S. R.; Alloway, B. J.; Carlton-Smith, C.; Chambers, B. J. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. Science of The Total Environment, 311, 205–219, 2003.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto
Via do Café, s/n - 14040-903 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
Centro de Ciências Naturais e Humanas
Avenidas dos Estados, 5001 – 09210-170 - Santo André - SP - Brasil

Smith, E.; Juhasz, A. L.; Naidu, W. R. Arsenic uptake and speciation in rice plants grown under greenhouse conditions with arsenic contaminated irrigation water. Science of the Total Environment, 392, 277-283, 2008.

Williams, P. N.; Villada, A.; Deacon, C.; Raab, A.; Figuerola, J.; Green, A. J.; Feldmann, J.; Meharg A. A. Greatly enhanced As shoot assimilation in rice leads to elevated grain levels compared to wheat and barley. Environmental Science and Technology, 41, 6854-6859, 2007.

Zhao, F. J.; Ma, J. F.; Meharg, A. A.; McGrath, S. P. Arsenic uptake and metabolism in plants. New Phytologist, 181, 777–794, 2009.

Sem mais para o momento.

Atenciosamente,



Prof. Dr. Bruno Lemos Batista
Centro de Ciências Naturais e Humanas
Universidade Federal do ABC



Prof. Dr. Fernando Barbosa Júnior
Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo