

01 DE ABRIL - TARDE

COMPORTAMENTO E EFEITOS DOS CONTAMINANTES: NO SOLO, NA BIOTA, NA SAÚDE E NOS RECURSOS HÍDRICOS

MODERADOR: Rodrigo de Araújo Cunha - CETESB

RELATOR: Elvira Lúcia Straus -Engenheira do Setor de Resíduos Sólidos Industriais da CETESB

1. JOSÉ MARIA FERRAZ GUZMAN

Biota Embrapa Meio Ambiente - Jaguariúna SP

Boa-tarde a todos. É um prazer estar aqui conversando com vocês e trocando ideias sobre um tema extremamente importante. Provavelmente teremos de tomar alguma decisão daqui a algum tempo.

Vou falar coisas um pouco mais gerais para dar espaço para conversarmos depois. O que vai fazer com que nós avancemos é o diálogo.

Os resíduos podem ser dispostos de várias formas. Discutiremos o uso deles na agricultura, embora seja questionável: será que a agricultura tem de receber tudo que a sociedade começa a gerar agora? Esse é um primeiro questionamento. Temos de repor nutrientes que estão saindo mas como vamos fazer isso?

Aqui é para lembrar os poluentes que estão mais presentes em maior ou menor quantidade; não só metais, os poluentes orgânicos estão contaminando o ambiente a toda hora.

Outra coisa que hoje está bastante no ambiente e também aporta resíduos - não é o foco da nossa reunião mas não dá para isolar um evento. Há uma série de coisas acontecendo no solo ao mesmo tempo. É engraçado como achamos palavras para deixar a coisa um pouco mais bonita. Ao invés de lodo esgoto falamos biossólido; ao invés de biorrisco, hoje se fala biossegurança. Ainda bem que pelo menos o agrotóxico estamos falando de forma mais correta. Isso é só para recapitularmos: onde tudo isso vai parar?

Temos tudo isto no solo: a planta absorve, mandamos tudo isso para as cidades, para os grandes centros, depois temos de dar um fim nisso. O fim acaba sendo aqui, dispensando isso no espaço. Esses resíduos industriais acabam entrando nesse esgoto que vai para esse biossólido, que depois vai para o solo e vai juntar um pouco mais de complicação nesse meio agrícola que trabalhamos. Vamos dispensar esse lodo esgoto em vários outros compartimentos. Há alguns fatores que agravam um pouco esse aporte de resíduos no solo: há metais pesados e substâncias tóxicas que normalmente já têm aumentado muito com o tempo pela intensificação de atividades industriais, ampliação da fronteira agrícola e uso de agrotóxico. Não dá para fecharmos uma coisa. Temos de entender que o espaço é amplo e as coisas têm uma interligação. O próprio agrotóxico usa metais que vão acabar se juntando a esses metais, substâncias tóxicas no ambiente que afetam a fauna, a flora, a água, o homem. Os metais pesados possuem efeitos fitotóxicos, principalmente na interferência de transporte eletrônico e respiração que vão afetar tanto a fotossíntese e a inativação de enzimas vitais.

Novas moléculas que todos os dias são aportadas no ambiente, das quais não nos damos conta. Todos os dias alguma coisa está acontecendo que não sabemos como funciona ou como vai interagir no ambiente.

Frente a tudo isso, temos um sério problema: como recuperamos isso depois de contaminado? Na agricultura são fontes difusas, então temos de tomar muito cuidado porque não é comum o rejeito de uma fábrica que eu deixo no espaço é mais ou menos delimitado, eu posso retirar isso com custo alto e com certa segurança.

Se eu pensar no espaço agrícola no Brasil, por exemplo, como vou recuperar isso depois? É complicadíssimo. Nós temos os cenários. Estamos hoje importando resíduos e eu ainda acho que muita coisa vem como lixo tóxico. Há pouco tempo houve uma denúncia do Greenpeace de material chegando aqui e às vezes não podemos colocar tudo no mesmo espaço. Quando falamos sobre as destilarias de álcool, há empresas de ponta, há empresas que não deveriam estar naquele espaço, mas isso acontece. Então, há empresas que importam de forma ilegal e esses resíduos ficam por aí no ambiente onde eles estão depositados, no entorno e depois, quando isso vai para o espaço agrícola também. Inclusive há uma Convenção que é sempre desrespeitada, e o Brasil é signatário disso, como também do Princípio da Precaução, que é questionável, vai ser discutido o que é risco, tem de contextualizar isso.

Uma coisa deve ser questionada, pelo menos eu questiono quando penso nestes assuntos: se esse resíduo é tão bom, se é tão economicamente viável, por que ele não fica no país de origem? Por que estamos importando uma quantidade bastante grande de material para poder tratar aqui e baratear a nossa agricultura?

Para sermos competitivos em quê? Foi falado hoje de manhã em barreiras não tarifárias. Uma das coisas que pode acontecer é justamente estarmos no alimento contaminado e aí, sim, termos barreiras bastante claras de que não podemos exportar alimentos se chegarmos a esse nível.

Existe uma tecnologia muito apurada para garantir a pureza desses micronutrientes hoje. Em que grau isso está? O foco da nossa discussão é a padronização dos solos de São Paulo e no País e fica meio complicado pensarmos nisso, porque cada solo é um solo. Vou passar algumas coisas bem rápidas, inclusive comportamento de microorganismos no solo frente a metais pesados. Dependendo do solo tem um comportamento ou outro, em função de matéria orgânica e teor de argila. Estaremos mexendo com uma coisa que não é uniforme e tentando uniformizá-la.

Outra coisa que sempre vamos pensar: o espaço agrícola hoje está sendo utilizado como uma forma de colocar o que não está servindo muito para a sociedade e para as grandes cidades. Fizemos uma loucura de concentrar populações e de repente temos de deparar com um monte de resíduos que não sabemos onde colocar. O melhor destino seria a agricultura. Qual o raio de ação que vamos depositar? Vamos conseguir levar para o local de onde saiu esse resíduo, que seria o ideal? Se eu começar a concentrar no entorno das grandes cidades, no lugar mais próximo e que seja economicamente viável estar levando, eu vou sobrecarregar esse espaço.

Isso é do final do ano passado, é uma lagoa no Rio de Janeiro que foi comprada por uma empresa, era um passivo ambiental e foi arrematado por um preço bem mais baixo. Ela custava 120 milhões e foi arrematado por 70 milhões. Essa área tinha um passivo ambiental e era preciso dar um jeito nisso. O pessoal já pensa no que vai fazer com isso. Ela arrematou por um preço muito baixo, era um rejeito contaminado com zinco, um micronutriente interessante e já há empresas pensando em utilizar de alguma forma isso, pois dá para retirar o material, mas é um passivo ambiental, muita coisa não é interessante e é um volume muito grande. Talvez por isso fique na cabeça de alguém como uma jazida. Como vamos lidar com essas grandes que vão acontecer?

Quantos passivos ambientais temos em Santo Antônio de Posse, por exemplo? É uma loucura pensar em recuperar aquilo.

Efeito de metais pesados sobre microorganismos. Aqui temos a diminuição da respiração basal, diferente do solo. Dependendo do solo, ela tem um comportamento. A gente pega o Latossolo Vermelho e Amarelo, que seria esse ponto preto, ele tem uma tendência mais baixa no início e depois uma leve subida. No Latossolo Vermelho, a atividade microbiana fica bem mais baixa. Só em função de mudar o solo, já vou mudar o comportamento da microfauna naquele espaço. Não conhecemos quase nada isoladamente. Imaginem um ecossistema que tem uma teia de vida e de ações interligadas. Como eu posso ter alguma segurança de colocar algum resíduo no espaço?

O homem está fazendo isso a toda hora. Estamos conversando sobre este caso e existem 'n' casos, poderíamos estar falando de outras coisas. Há uma resposta diferenciada da população do solo só em função do tipo de material. O mesmo material, a mesma quantidade de resíduo foi colocada, tivemos mudança no comportamento da biota do solo como um todo. Em alguns casos a respiração não é a melhor forma de avaliar, você tem de fazer uma correlação com matéria orgânica para ter uma ideia exata do que está acontecendo. Vamos ver mais adiante que com micorriza muda alguma coisa. A diferença do solo aqui é teor de matérias de argilas e matéria orgânica e os solos não são uniformes, terão essas mudanças de solo de um lugar para outro, então haverá mudanças também de como esse material se comportará no espaço.

Há um dado mostrando que em nível mundial há valores que vão, dependendo do caso, de 2 a 100 microgramas. Aqui no estado de São Paulo esse trabalho mostra que só cobre e zinco tinham níveis acima desses níveis mundiais. Qual o grau de detalhamento disso? Tentamos fazer, uma vez que dá uma correlação interessante. O IAC faz análise de solo há bastante tempo e tem uma base muito interessante para sabermos como está a qualidade do solo, embora não tenha sido feito até hoje mas dá para se fazer, talvez seja uma forma de tentar verificar, pelo menos em São Paulo, como estaria o nível de metal pesado no solo. O IAC faz coletas há anos em vários pontos no estado. Estávamos fazendo mapeamento com o pessoal de lá com relação à fertilidade para tentar determinar as regiões mais férteis em relação à Bacia do Rio Mogi, na qual estávamos trabalhando.

Daria para se fazer alguma coisa para tentar ver o grau de metal pesado que tem no estado para ter uma ideia do gradiente que temos que não é uniforme, só mostraria o gradiente mais forte.

Outro trabalho mostrou que a respiração no solo funciona negativamente com a concentração de metais.

Alguns trabalhos mostram o contrário, mas de novo entra matéria orgânica no solo. Hoje temos uma área grande sendo plantada com plantio direto. Há áreas com plantio direto e áreas sem plantio direto, como isso vai se comportar diferentemente. Ele sugere que a respiração basal está relacionada mais com carbono da biomassa do que com o tipo de solo. Eles viram que o chumbo causou o efeito inibitório da atividade de fosfatase, que é uma medida melhor do que medir a respiração. Esse processo vai pegar toda a microbiota e teremos uma relação mais direta com o carbono. Seria talvez a fosfatase alcalina mais fácil de verificar porque ele estava trabalhando com o fósforo e contaminação de chumbo. Houve uma inibição da enzima em 60% com aumento da dose de chumbo.

Essa enzima foi sensível à concentração de chumbo, mostrando outros dados que já tinham sido vistos.

Nessa tabela você tem a quantidade de chumbo, o número de esporos. Aqui, ao contrário do que estávamos conversando hoje pela manhã, há maior estresse e uma esporulação menor. Inverteu o que estávamos falando de manhã: dependendo do local, dependendo da situação, você tem situações diferentes. A colonização micorrízica não aumentou muito mas a esporulação aumentou bastante. Seria esperado um estresse maior.

Saindo um pouco da biota do solo e pensando em criação animal, temos vários trabalhos, alguns deles interessantes. Foi feito um trabalho com ração a base de milho e farelo de soja cujo padrão foi o fósforo total. Ele usou o fosfato de cálcio, o Super Simples. Sabemos que no fósforo há uma contaminação de metais pesados pela própria origem da rocha. Quanto se aplicou de fósforo em determinado solo em determinada região? Nós não sabemos. Eu vou sair de um patamar diferente de contaminação de um solo, de uma região para outra. Como posso uniformizar uma coisa se eu não sei o histórico do solo?

É uma coisa complicada. Há uma colcha de retalhos que não é só a aplicação desse micronutriente, mas o histórico de uso do solo, o que aconteceu com ele antes. Se eu não souber, é um risco muito grande estar tentando uniformizá-lo. O que aconteceu aqui é que essas fontes têm quantidades diferentes de contaminação pela própria origem da rocha. No estudo foi percebido também que esse chumbo passou para as vísceras e para a carne do animal e, na cadeia trófica, isso pode passar para a contaminação do homem. Além da planta e do grão que você come, você estará tendo uma biomagnificação, porque somos carnívoros e estaremos concentrando cada vez mais esse material.

Há um estudo em Santa Catarina que, da mesma forma como a Holanda, está assentada em cima de uma poçilga em algumas regiões e a ração de suíno tem bastante metal pesado, pela própria necessidade nutricional desses animais. Esses resíduos são espalhados no solo e há locais que estão chegando próximo ao nível máximo de concentração de metais pesados. Metal pesado tem uma vantagem porque ele não percola muito no solo, mas quando chove, essa região de Santa Catarina é bastante ondulada e pode ir para o lençol freático.

Foi percebido que essa ração usa bastante metal pesado e provavelmente haverá uma chance de ter uma contaminação maior do que uma região que não tem esse procedimento. Como vamos uniformizar novamente regiões que têm comportamentos totalmente diferentes? Como nós faríamos lá? Usariamos a mesma regra ou faríamos análises? Uma regra interessante é feita com vinhaça, por exemplo, cada caso é um caso.

Aqui se percebe que esses nutrientes são absorvidos de forma diferente e excretados também de forma diferente. Grande coisa é excretada. Ou se muda, se faz ração melhor que talvez pelo lucro esse raçãoamento não seja bem feito, o que acontece é que hoje aquele solo está com essa situação, diferente de outra região que não tem esse procedimento, não tem essa criação de animal da mesma forma.

Aqui é feita uma superdosagem desses metais pesados e também nas fezes esses metais estarão em quantidade bastante grande. Deveríamos fazer alguma coisa para melhorar isso mas não vai melhorar o passivo que já está no solo. Temos de saber como está o solo para ver o que vamos aplicar e como vamos aplicar.

Aqui é só o tratamento que ele fez com aquelas rochas.

Aqui são algumas informações de pessoas que trabalharam com metal pesado, com lodo e o que eles colocam na verdade. Eu coleei para ficar uma citação *ipsis litteris*. Aqui no caso não é de metal pesado, são orgânicos poluentes encontrados no lodo que também estarão no sistema e vão interagir com os metais. Não dá para isolar metal de um lado, poluente de outro lado, agrotóxico do outro lado. Vinhaça também está sendo aplicada em alguns locais e vou poder usar essa adubação da mesma forma.

Eles ressaltam que pouca coisa é feita em composto orgânico e tentam avaliar o fator de bioconcentração de algumas substâncias. Eles perceberam nesse estudo que, através da ingestão diária que vai dar o quanto estamos recebendo de carga de poluente ou agrotóxico, as laranjas tinham um grau de contaminação com essas substâncias, isso porque seguramente estão sendo aplicadas substâncias que têm esse material ali. Isso também não vai interagir com os metais? É isolado? Eu não sei.

Nesse mesmo estudo, os valores de bioconcentração. Foram encontrados 19 poluentes orgânicos do lodo que ficaram dentro da laranja. Os compostos mais críticos seriam de clorobenzeno, clorofenol e nitrobenzeno que apareceram os maiores valores dentro das laranjeiras. Não estavam em valores críticos mas já estavam presentes dentro do fruto.

Aqui são pessoas que trabalham com metal pesado, com lodo.

Estamos estudando bastante a biota do solo e não temos muitos dados de como isso está se comportando dentro do alimento e do sistema mais amplo. Essas coisas não estão isoladas. Os metais pesados passam por um processo de concentração que era bem mais intenso no ciclo de geoquímica. Ele está levando para a cidade e esse resíduo volta para o campo concentrado. E o mesmo com as aplicações de fosfato. Se eu aplicar repetidas vezes um fosfato que tem naturalmente metais pesados, isso tende a acumular no solo. Se eu começar a colocar micronutrientes que também têm metal pesado, vou somando a isso; lodo de esgoto, se eu trago ali, vou somar a isso; se eu uso um agrotóxico ali em cima, na verdade são efeitos cinésicos que vão aumentando ao longo do tempo. Tenho de ter ideia ao longo do tempo para ver como isso vai ficar. Tenho de saber quanto tempo esse metal vai ficar naquele espaço para ver quanto tempo poderei aplicar aquela quantidade em função daquele tipo de solo, que planta e que matéria orgânica eu tenho para saber como isso vai se comportar.

Propriedades de alguns grupos que têm a ectotoxicidade dele, se é para sistema aquático ou terrestre.

Alguns têm uma toxicidade alta, se é carcinogênico ou não e onde está a concentração dele.

Isso vai para a água também. O metal pesado não se desloca muito no perfil do solo mas, se chove, isso vai para o ambiente aquático. Há vários trabalhos mostrando que isso está afetando a fecundidade de alguns organismos na água que afetam algumas larvas que servem para alimentação de peixe, ou seja, há toda uma cadeia trófica. Os estudos ainda estão aí por enquanto, as coisas não avançaram muito, mas nota-se que já tem influência no meio aquático. É óbvio. Vários trabalhos mostram que há transferências de organismo para outro. Passa para a planta, o suíno também concentra metal e, se comermos aquela carne, vamos concentrar ainda mais. O processo de biomagnificação.

Os peixes também, dentro dessa cadeia trófica, apresentam contaminantes no aparelho digestivo e essas larvas são preferência alimentar em determinados grupos. Não dá para pensar no solo fechado, eu tenho todo o ecossistema, uma teia trófica, não é nem uma cadeia, mas uma teia trófica envolvida que está no sistema que será afetada ou não, dependendo do que eu estiver fazendo ali.

Essas informações nos sugerem a necessidade de maior investigação científica para subsidiar estabelecimento de procedimentos seguros para incorporação da prática agrícola, quer seja de eu colocar fosfato, por exemplo, que fonte de fosfato seria mais interessante no solo. Se já tiver algum nível de contaminação algumas fontes de fosfato eu não posso colocar ou deveria evitar. Vários estudos mostram que dependendo do uso da fonte de rocha e fosfato que eu estou utilizando, em 10 anos estou com limite estourado de metal pesado.

Eu tenho de entender um pouco mais como funciona para poder propor alguma coisa com mais acuidade, com mais segurança.

Fertilizantes fosfatados são fontes de cádmio e urânio inclusive, além de outros elementos radioativos que ficam expostos.

Eu estava vendo um trabalho de um professor da UNICAMP, inclusive nós fizemos um trabalho na região de Mogi, e entre outras coisas estávamos avaliando os pesqueiros. Percebemos que havia bastante chumbo e ninguém sabia explicar o porquê. Depois pegamos uma informação mostrando que era formação geológica daquele espaço. Pensamos em mil coisas, como na ração e alguns trabalhos mostram que se a pessoa vai pescar e perde a chumbada lá dentro, como esse chumbo ia se decompor? Só se tivesse uma solução muito ácida ali. Pensamos em propor que não se usasse mais chumbo, mas que fosse usado outro material. Na verdade, é uma questão de espaço geológico que é diferente de uma região para outra. Não parece que tem.

Eu vi também no trabalho uma coisa interessante: eu estava no Petar, uma região linda, e com contaminação. Você não acredita que naquela região com água límpida exista contaminação, você não sabe o histórico daquele espaço.

Quero lembrar que não temos só o problema de metal pesado. No solo temos um monte de coisas que não se esvai nesta lista pequena: há poluente orgânico, há lodo de esgoto ou biossólido, metais pesados de rochas, a própria formação do local, metais pesados dos micronutrientes que agora estamos incorporando um pouco mais como vamos tratar isso, os agrotóxicos, em algumas regiões temos vinhaça que têm componentes, como vão reagir o potássio, o fósforo, como isso vai interagir no sistema todo.

Coloquei algumas considerações nas quais devíamos pensar: uma coisa é a constatação. Há danos ambientais de toda forma. Não estamos especificando. Aqui vai se juntar mais alguma coisa ou não, dependendo de como caminharíamos. Há uma série de formas de dispor esse resíduo na natureza, mas será que a área agrícola é a mais correta? Como vamos colocar isso? Ele vai afetar o solo, a água, a fauna, o trabalho rural, o nosso alimento. E é uma fonte difusa, não há como retirar aquilo, raspar com o trator e colocar como fez com o céσιο ou como se faz em algumas

regiões com contaminação local. Essa aplicação é difícil generalizar se eu não souber o histórico. Aquele caso de Santa Catarina que estávamos falando há pouco tempo, não só do suíno como o outro de contaminação com chumbo e urânio. Isso requer uma base de estudos detalhados antes de aplicação de materiais que contenham qualquer substância tóxica, metais pesados, o mínimo que seja.

Falamos em segurança alimentar e não adianta eu ter quantidade. Hoje há uma série de variedades de arroz que produz bastante mas não tem nutriente ou então, em função do metal que tem ali, ele absorve mais ou menos algum nutriente. Eu tenho esse conhecimento, estou pensando que tipo de segurança alimentar quando eu quero produzir alimento - é produzir em quantidade ou qualidade? É uma fonte difusa, não existe informação suficiente, do meu ponto de vista, para uma tomada de decisão consciente e segura – eu não teria. E a legislação.

Como posso pensar em aplicar uma legislação se me falta informação? Aquelas barreiras não tarifárias sobre as quais falamos no meio da conversa que eu posso contaminar alimento e terei problemas lá fora para exportar esse material depois.

2. PROF. EVERTON DE OLIVEIRA.

Mini Currículo: PhD, geólogo e mestre em Hidrogeologia pela USP, PhD em Hidrologia de Contaminação pela Universidade de Waterloo, Canadá. Sóciofundador da HIDROPLAN, professor colaborador da pós-graduação no Instituto de Geociências da USP, professor adjunto da Universidade de Waterloo. Presidente da ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas entre 2007 e 2008; Presidente e organizador do Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo da ABAS; editor da Revista Águas Subterrâneas e colaborador de várias outras revistas científicas e especializadas.

Boa-tarde a todos. Agradeço ao convite. Antes de mais nada, quero fazer um reparo no meu currículo. Eu tinha mandado para a Mara, mas acho que ela esqueceu. Coloquei torcedor do Palmeiras também mas a oposição deletou do currículo.

A segunda notícia que eu queria dar é que o Presidente Lula teve um problema de saúde e está internado no hospital. Isso é 1º de abril, só para ver se vocês estão prestando atenção no que eu vou falar.

Ao contrário do que foi apresentado, sou hidrogeólogo e vou apresentar para vocês alguns conceitos físicos do que tenho trabalhado ao longo dos anos, já que tenho feito alguns trabalhos junto com a CETESB. Esse trabalho já tem evoluído. Tentarei mostrar a vocês alguns conceitos.

Eu trabalho com áreas contaminadas e, como elas são feias, eu coloquei alguns *slides* bonitos para vocês não ficarem muito cansados de ver só áreas contaminadas. Trabalhamos com contaminação específica.

Contaminação em geral é um acúmulo muito grande, fora de proporção para o solo local, que pode ficar presa no solo ou não e ir para a água subterrânea, gerando uma fonte para as águas subterrâneas. Como eu sou hidrogeólogo, nosso foco principal sempre são as águas subterrâneas, mas tudo que tem a ver da superfície para baixo está envolvido no nosso trabalho.

Temos algumas fontes principais abordadas no nosso trabalho que são os combustíveis, presentes em todos os lugares, e alguns compostos são extremamente tóxicos, como o benzeno, que é cancerígeno, alguns são carcinogênicos, e esgoto doméstico. Sempre dizem que combustível tem mais atenção que esgoto doméstico, nitrato também gera problema mas nitrato não merece tanta atenção como tem recebido o combustível no sentido de se remediar áreas. Há problemas grandes com nitrato. Acabei de participar de um congresso em Natal ano passado. A cidade de Natal foi escolhida por ter uma contaminação muito grande por esgoto doméstico.

A cidade fica em cima de uma região de dunas, que tem a permeabilidade muito elevada, chove e filtra muito e praticamente

não tem sistema de esgoto na cidade, todo esgoto infiltra. Como o sistema aquífero de dunas é excelente, porque a produção de água é muito grande, toda a distribuição de água da cidade era baseada em captação de água subterrânea por poços localizados próximos aos pontos de consumidores. E todos os postos começaram a apresentar concentrações de nitrato crescentes até hoje porque a fonte de contaminação permanece no local.

Hoje o grande problema da cidade é que está tendo de importar água de outras regiões muito distintas porque todo o aquífero em baixo de onde se consome já está contaminado por nitrato. Conselho de amigo: em Natal bebam água mineral para não ter problema. Temos esse problema em várias outras cidades, como problemas de coleta de esgoto doméstico também. Minha ideia não é só fazer alerta disso, pois muitos de vocês já devem conhecer, mas mostrar como funciona.

Trabalhamos com algumas outras fontes menos disseminadas mas não menos importantes.

Em São Paulo temos a região do Jurubatuba. As indústrias trabalhavam com solventes clorados– há pólos industriais que tendem a usar o mesmo tipo de matéria-prima por questão econômica e facilidade – e naquela região gerou uma contaminação muito grande. Hoje temos uma área delimitada pelo DAEE com proibição de uso de água subterrânea lembrando que água subterrânea, embora nós não demos a ela a devida importância, talvez por desconhecimento, porque água subterrânea é um bem que fica escondido embaixo da superfície, não o vemos com o Rio Tietê que chama mais atenção, temos um uso extremamente significativo de água subterrânea no Estado de São Paulo e no Brasil como um todo. Para vocês, que não têm dimensão do número, é bom saber: no Estado de São Paulo, 75% dos municípios usam exclusivamente água subterrânea; somente 25% dos municípios usam água exclusivamente superficial. Ele é muito importante.

Em Manaus, por exemplo, cidade completamente circundada por água, todo o pólo industrial da cidade usa água subterrânea porque o tratamento é mais barato e mais simples.

A dependência da água subterrânea é importante. Por que estou falando isso? Estou chamando de fonte - e para a nossa área a fonte não é o tanque vazando nem a indústria jogando diretamente no solo – é o que já ficou no solo, porque o que já ficou no solo vai sofrer lixiviação e eventualmente vai terminar no recurso hídrico que pode vir a ser usado no futuro. Qualquer coisa que já se encontra no solo para nós já é fonte. O assunto aqui é extremamente pertinente porque será que vamos criar fonte ou não? Necessariamente não podemos criar fonte.

Temos de saber qual será o comportamento do contaminante ou do elemento ou do composto colocado no solo para ver se ele não vira uma fonte no futuro. Esse é o nosso grande problema.

Temos outros: os metais, como foram apresentados aqui, pesticidas, a lista de potenciais contaminantes é muito grande. Quando vocês comprarem água mineral, leiam a concentração de nitrato, porque a água mineral é água subterrânea e, se ela é água subterrânea, em princípio não teria de ter tido contato com nenhuma fonte de nitrato. Lá em baixo o ambiente não é tão oxidante, não tem porque ter nitrato, já teria de ter virado nitrogênio. Se tiver nitrato, fiquem um pouco desconfiados, porque a fonte de geração de nitrato tem de estar próxima.

Muitas das águas vendidas hoje em dia são de fontes próximas das cidades, por causa do transporte.

Finalmente, a água subterrânea é um bem a proteger, é um recurso hídrico que temos de cuidar. Grande parte do trabalho que estamos tendo aqui é para proteger a água subterrânea, tratá-la como fonte.

Aqui vou mostrar para vocês um caso típico. Tem um vazamento, vou mostrar como se formam as diferentes fases de contaminante. Tem uma classificação na nossa área para trabalharmos com áreas distintas.

Essa área grosseiramente ao nível da água subterrânea, daqui para baixo todos os poros estão saturados com água subterrânea; daqui para cima eles estão parcialmente saturados. Nesse caso aqui temos um produto líquido que atingiu o solo e fluiu na superfície até atingir, como ele era menos denso que a água, ficou na superfície da água, no meio poroso. Uma parte dele vai se dissolver e gerar uma contaminação de fase dissolvida que importa muito para nós. Todos que vão ficar por aqui, que vão gerando contaminação, são a fonte. O tanque para nós não interessa, porque se vazou, ele troca o tanque, mas o que ficou no solo pode durar dezenas ou até centenas de anos se o contaminante não se degradar, caso da maioria dos contaminantes que, em altas quantidades, não degrada porque não tem como ocorrer a reação.

Os conceitos que importam para nós nesse caso e provavelmente terão de direcionar o nosso raciocínio ao longo do trabalho que está sendo feito: mobilidade e persistência. Um contaminante extremamente móvel representa um risco porque vai terminar na água subterrânea, pode ser levado a grandes distâncias da fonte e pode ser eventualmente utilizado por um receptor potencial que se encontra a jusante do ponto da contaminação.

Independentemente de eu ter colocado minha contaminação aqui, qualquer pessoa que esteja a jusante da área pode vir a ser contaminada se o nosso composto for móvel. Imobilidade está claramente ligada à solubilidade. Um composto mais solúvel será mais móvel. E algumas coisas regem a solubilidade para que ele vire móvel.

Em segundo ponto tem a persistência. Se o contaminante for móvel mas ele se degrada muito facilmente, a distância que ele percorre é pequena. Em compensação, se ele for altamente persistente, ele vai ficar naquela água subterrânea por muito tempo. Muitos dos compostos persistentes de que temos notícia são pouco móveis.

Os compostos pouco móveis tendem a ser contaminantes de solo, porque eles ficam quietos no lugar, você vai ter o contato se você chegar perto dele. Em geral, eles não dão concentração em água subterrânea mas dão problemas com o solo. Os contaminantes mais móveis vão para a água subterrânea e podem ter outro tipo de problema.

A persistência é extremamente importante porque vai nos dar um prazo gigante de várias gerações de alguém naquele solo que pode vir a gerar um problema. Trabalhamos com avaliação de risco toxicológico. Uma criança pode estar brincando, leva a mão à boca, então, não precisa ser uma contaminação muito alta. O uso que vamos fazer para aquela região é extremamente importante para prever o tipo de contaminação.

No nosso caso temos duas classificações: DNAPL (*Dense Non-Aqueous Phase Liquid*), embora seja meio pedante falar em inglês, esse nome colou no Brasil, é o mais denso. É um contaminante que, se atingir na água subterrânea, vai a profundidades muito grandes, caso dos organoclorados da região do Jurubatuba.

E temos LNAPL que são os menos densos, como gasolina e diesel.

Só para mostrar uma distribuição, ela é importante porque nós vamos ter de focar em cada uma delas dependendo do tipo de problema que vamos ter. Por exemplo, vazou um composto mais denso, um DNAPL. Ele desceu, aqui é a região saturada de água subterrânea, região não saturada, o contaminante passou, atravessou a superfície da água e chegou a uma superfície impermeável aqui em baixo e se acumulou. A água subterrânea está andando para cá. A água subterrânea, ao contatar esse produto, começa a levar esse contaminante sob a forma dissolvida. Será um problema para nós, porque ele vai ter alta mobilidade, ele leva a contaminação, embora ele vá aumentando cada vez mais a área possível de exposição que vamos ter.

O 3 e o 4 é a fase residual, aquela que fica presa, e a 4 é a fase livre, que aparece quando perfuramos o poço. Esses dois são fontes de contaminação, pois são eles que geram contaminação. O composto pode se volatilizar e forma a fase vapor. Um exemplo da fase vapor é o problema daquele Condomínio Barão de Mauá, em Diadema. Qual será o problema? Contaminante volátil, crianças brincavam e tinham inalação. O tempo de exposição àquele contaminante era muito elevado, embora as concentrações não fossem tão elevadas, eram praticamente imperceptíveis no solo. Na rede de esgoto era perceptível, mas no solo não, mas a exposição existia, por causa da fase vapor, contaminante aparece aqui. Não precisa ser necessariamente composto orgânico, alguns metais podem ter volatilização. Por exemplo, o mercúrio está exposto a esses gases do solo.

Finalmente temos outra fase que é extremamente importante para nós que é a fase adsorvida, aquela que fica presa na superfície dos minerais que formam o meio poroso. A fase adsorvida é também uma fonte de contaminação, embora menor do que a fase residual, que é o produto puro separado, gotas de produto no solo.

Essa é a fase adsorvida e ambas são importantes.

No menos denso, as fases são as mesmas, a diferença é que não passa a superfície da água subterrânea, ele fica nessa profundidade, fica mais raso. Em geral é mais barato de tratar.

Por definição, fase livre é aquela que aparece no poço, tem mobilidade. A única definição é esta: se você furou um poço e apareceu algum produto, é fase livre e representa a fonte. No caso ele é muito mais perigoso porque além de tudo ele representa perigo de explosão e incêndio, como os prédios construídos ao lado de postos de gasolina. O risco é extremamente elevado, mais do que um risco toxicológico.

A mesma coisa para a fase residual, a diferença da fase residual é que ela não anda, é imóvel, mas é produto puro também e representa as mesmas coisas que o anterior.

Um exemplo de fase livre, ele aparece dentro do poço. A água está aqui, aqui é um produto separado. A fase livre, quando colocamos um poço, flui para o interior do poço, como ela está em cima da franja capilar, sempre o que vai

ter no poço é maior do que o que está fora. Essa é nossa relação e essa é uma fonte grande de contaminação que tem de ser removida.

A variação do nível d'água na fase livre desce, quando ele sobe, ela prende o produto em baixo d'água por diferença de molhabilidade, ele fica preso e vai virar uma fonte durante muito tempo. Quando dá uma estiagem muito grande, começa a aparecer de novo o produto. Para vocês verem o efeito, podem passar o filme: o nível d'água vai subindo, vai diminuindo o tamanho da pluma; vai descendo e vai aumentando.

Se você olhar seus poços numa época de nível d'água alto, você verá menos problemas do que numa época de nível d'água mais baixo. O nível d'água subiu, eventualmente ela até desaparece. Ela começa a aparecer de novo e não está se fazendo nada. Estou mostrando para vocês porque isso é fonte, mesmo depois de tirar todo esse produto do solo da fase livre, ele vai continuar contaminando a água subterrânea e expondo os receptores potenciais que estejam nessa região. Ele está exposto à volatilização, a contato, à inalação.

A fonte vai sempre permanecer no local, você vai ter de fazer um tratamento ou evitar o contato para que isso não ocorra.

A fase vapor, como mostrei para vocês, apresenta alta mobilidade, porque o gás do solo é muito móvel, consegue andar de um lugar para o outro facilmente. Às vezes você tem uma contaminação que passou embaixo da sua casa, essa contaminação vai deixar sempre alguns voláteis no solo, embora com concentrações reduzidas, você pode ter uma inalação. Na América do Norte, por exemplo, cujas casas são construídas com porão em baixo, é muito mais complicado, porque está muito mais próximo. No nosso caso também é importante, porque as pessoas ficam dentro da casa, aquela inalação durante um período prolongado leva a uma exposição muito grande e o risco fica elevado. Contaminação por baixo não precisa ser um produto puro passando, bastou ter água contaminada já é suficiente.

Se tivermos uma água onde choveu, lixiviou e a água subterrânea está levando algum contaminante para lá, se esse contaminante tiver algum tipo de volatilização, ele pode ficar no gás e pode vir a ser inalado, independentemente de a fonte estar aqui ou de ter qualquer produto. Ele vai ter sido levado exclusivamente por água subterrânea e vai aparecer aqui. Essa preocupação é muito grande para nós.

A fase dissolvida, que acabei de mostrar para vocês, é a mais importante de todas, porque ela leva para distâncias muito grandes. Você consegue ter plumas de um quilômetro se você tem um contaminante persistente.

E qualquer pessoa que esteja dentro da região contida da pluma de contaminação pode estar exposta a essa contaminação. Se trabalhamos com alguém que venha a ser móvel, independentemente de ele ser considerado pouco móvel, ele terá de ser considerado.

Um exemplo típico para nós é o seguinte: estamos trabalhando com metais pesados. Eu trabalho com contaminantes orgânicos, que é o mais típico para remediação. Indiretamente sempre acabamos temos metal pesado, porque grande parte dos contaminantes orgânicos se degrada, na degradação ele consome oxigênio, o ambiente vai ficando muito mais redutor, o pH varia, pode ficar um pouco mais ácido, a mobilidade do metal pesado pode vir a aparecer na água subterrânea, que não tinha chumbo, mas a condição da água não era original.

Em simulação de disposição de qualquer material no solo precisamos pensar sempre em alterações das condições naturais, porque elas não necessariamente permanecem idênticas. Se alterou o cenário, altera-se a mobilidade. Então o que hoje era imóvel, amanhã pode passar a ser móvel. Você cobriu uma superfície que era exposta, com muito mais oxigênio, se você alterou a condição redox, se você não controlar, você pode vir a ter problema de metal. Você está andando num lugar, e vê aquela bordinha vermelha no riacho, que em geral é uma zona de descarga de água subterrânea, recebe a água, é porque está precipitando ferro. Isso acontece em lago também, que é uma zona baixa de descarga. Aquele ferro precipitado não é comum.

Se o ferro está precipitado é porque ele estava vindo de uma água mais redutora em contato com o oxigênio, o ferro precipita. Se ele precipitou é porque aquela água estava numa condição anormal, indicador de potencial contaminação. Essa é uma indicação pois o ferro é fácil, fica vermelho e podemos ver, mas os metais pesados não vemos.

A fase adsorvida é a que fica no solo. Tem a superfície do terreno e a superfície da água subterrânea.

Em geral nos nossos poços a contaminação mal toca porque onde temos a contaminação, em geral, diminui a permeabilidade e a água evita. As concentrações em geral são muito menores do que deveriam ser na realidade.

Você tem uma zona de fonte e ela não aparece, mesmo porque o poço eventualmente pode estar abaixo da zona e as concentrações são menores. É muito difícil de ver.

A adsorção leva a um problema típico de água subterrânea que é o que chamamos de retardamento dos contaminantes. Como ela fica presa no solo e a água está passando, se a água está limpa, a concentração na água será menor que a concentração no solo, então ele vai tender a dessorver. À medida que ele encontra um solo mais limpo, a concentração no solo vai estar menor do que a da água, ele vai tender a adsorver. Nesse adsorve, dessorve, adsorve, dessorve vai passando um monte de água. A água limpa nesse caso está representada por cloreto, que é conservativo e não adsorve. Esse cloreto foi injetado ao mesmo tempo em que o tetracloreto de carbono e que o percloroetileno. O percloroetileno andou em torno de 10 metros, esse andou uns 25 metros e o cloreto andou aproximadamente 60 metros, que é a velocidade da água subterrânea.

Se nós bombeamos essa água para limpar, eu vou bombear mas tenho de lembrar que ele não está vindo, só estou conseguindo tirar o material que está dessorvido. O material que está adsorvido eu preciso esperar dessorver para tirar. Demora demais uma situação dessas. Se eu tiver solo ou material altamente hidrofóbico, pesticidas em geral, ele não sai. Você vai medir água subterrânea de um lado da contaminação e em geral não dá concentração porque ele está no solo. A adsorção é extremamente importante, ela está presa no solo e você não consegue remover, exceto se você remover o solo. Mas a exposição vai existir porque a fonte vai estar ali, se tiver uma pessoa próxima àquele local ela vai estar exposta ao contaminante independentemente da mobilidade dele.

Compostos hidrofóbicos ou compostos que tendem a se estabilizar como alguns metais pesados tendem a ser mais preocupantes pelo contato com o solo. Os compostos menos hidrofóbicos e mais solúveis tendem a ser mais preocupantes porque vão para a água subterrânea para distâncias maiores.

Os compostos hidrofóbicos em geral e os pouco móveis conseguimos fazer um controle de uso do solo, porque evitamos contato pela restrição e não teremos problemas. Você pode usar uma área contaminada porque ela não está saindo daquela região.

Os contaminantes mais móveis requerem algum sistema de contenção física para que aquela água não atinja uma distância muito maior. Temos de ver como vamos fazer isso. Quando vamos pensar no que fazer, a única coisa que importa para nós é a persistência e mobilidade de quem será tratado.

Não vou me fixar muito nos metais, eles ocorrem naturalmente, mas eventualmente a alteração da qualidade do solo faz com que eles se tornem móveis. O problema todo é por causa da degradação dos compostos. A degradação usa os aceptores de elétrons e libera para os metais entrarem em solução.

Com modelagem hidrogeoquímica dá para fazer modelagem tanto de fluxo e transporte de contaminantes quanto de modelagem acoplada da hidrogeoquímica do local. Vamos medindo, vamos sabendo qual será a condição do ambiente e prevemos a distância que ele vai percorrer. Aí vai dar esse resultado aqui.

Para concluir, os contaminantes são complexos, sempre temos de tratá-los de forma interdependentes, saber o que um provoca no outro. Cada contaminante tem seu estudo particular porque ele tem as características particulares em relação ao ambiente em que se encontra. Cada solo é um solo, como foi dito, ou seja, a interação depende demais e vai nos permitir a previsão do que pode vir a acontecer.

Finalmente já temos ciência para começar a trabalhar com isso. Não temos as características predefinidas para alguns contaminantes, principalmente quando se trata de toxicologia, mas em termos de físico química temos grande parte estudada e dá para ter um entendimento relativamente bom.

Aproveito para informar que será realizado o Congresso de Meio Ambiente Subterrâneo em setembro. A reunião da comissão organizadora é na CETESB e esse assunto tem a ver com todos nós. É o primeiro que a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas está promovendo. Convido a todos a participar. Agradeço a atenção.

3. CARMEM HILDES RODRIGUES FRÓES ASMUS

Mini Currículo Graduada em medicina pela UERJ (1986), Mestrado em Endocrinologia pela UFRJ (1993) e doutorado na área de Engenharia de Produção pela UFRJ (2001). Professora adjunta do Instituto de Estudos de Saúde Coletiva (IESC) da UFRJ. Médica do ambulatório de Toxicologia clínica do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da UFRJ. Trabalha em atividades de pesquisa na área da Saúde Coletiva, com atuação em toxicologia clínica, avaliação de risco e saúde ambiental infantil.

Boa-tarde a todos.

Agradeço inicialmente ao Ministério da Saúde e a CETESB por nos receber em sua casa. É um prazer estar aqui.

Estou um pouco peixe fora d'água, pois venho da área da Saúde, essa discussão é muito ambiental, mas me parece bastante pertinente que agora tenhamos um olhar sobre o reflexo do uso desses contaminantes em termos de saúde humana.

Quero dividir minha apresentação em três partes. A primeira delas é rápida, apenas para falar da nossa experiência em termos de avaliação de população exposta à substância química. No segundo momento discutiremos um pouco como são feitos os testes que determinam a toxicidade dessas substâncias e por último os efeitos na saúde que conhecemos.

Muito rapidamente, eu sou da área de produção de ambiente e saúde que trabalha com investigação e monitoramento de populações expostas a substâncias químicas. Para isso nós temos o ambulatório de toxicologia clínica no Hospital Universitário da UFRJ, Clementino Fraga Filho, e trabalho também com estudos de avaliação de risco. Fiz alguns estudos sob a coordenação do Dr. Alexandre Pessoa, inclusive aqui presente, em várias áreas do Brasil, além dos estudos de pesquisas específicas epidemiológicas, etc.

Agora falarei da experiência do nosso grupo em atender pessoas eventualmente intoxicadas por exposições químicas como de estudos epidemiológicos em populações humanas.

Estamos do outro lado da corda. Eu estava conversando com a Rúbia mais cedo que nossa experiência vem do atendimento a pessoas cujo risco não foi aceitável porque elas adoeceram decorrentes de exposições químicas. Algumas coisas do que eu vou falar vêm desse outro lado de quando a exposição acarreta o dano à saúde humana.

Como indicadores de risco à saúde, trabalhamos o tempo todo com a questão do acúmulo por diferentes vias, da exposição simultânea a vários compostos, do impacto sobre a saúde de uma população em relação a algumas especificidades de cada indivíduo, a informação toxicológica que eu disponho, a informação em relação aos efeitos sobre a saúde, câncer e não câncer e grupos populacionais suscetíveis.

Por que digo isso? Porque faremos um raciocínio em cima do significado que os testes de toxicidade têm para nós, os limites que eles têm quando pensamos em exposição humana.

Para avaliarmos um pouco os efeitos sobre a saúde, nós nos baseamos nessas informações toxicológicas e aquelas que já têm de efeitos em populações humanas. Em geral não tenho muito estudo em população humana. Trabalhamos muito com esses estudos experimentais tanto com exposição aguda, intermediária ou crônica, tentando vias de exposição comparáveis. Obviamente todas as análises em relação aos fatores toxicológicos, distribuição da substância, toxicinética, tolerância química, efeito imediato ou tardio, reversíveis ou não e as reações que não são esperadas, idiossincráticas, de hipersensibilidade e as reações alérgicas.

Estou falando isso para chegar até aqui: essa é a nossa questão. Todos conhecem quando avaliamos a toxicidade de um agente químico, a capacidade de essa substância causar um efeito tóxico ou não sobre o organismo, trabalhamos com esses três fatores: dose, característica da substância e fatores biológicos.

Para taxar essa toxicidade, eu faço primeiro o estudo de bancada in vitro, depois os estudos em animais e finalmente, no caso dos fármacos, fazemos as testagens em humanos.

A maior parte da informação que temos é desses estudos em animais, em termos de efeitos à saúde da exposição humana a esses contaminantes. Temos alguns problemas em relação a isso. O primeiro problema é que, exceto em alguns casos, as espécies são diferentes, homens não são ratos. O mesmo composto tem uma determinado percentual de letalidade numa determinada espécie e outro percentual de letalidade numa outra espécie. Aqui tenho uma letalidade com uma dose em torno de 5 mg/kg e uma outra espécie esse mesmo composto eu começo a só ter um percentual de letalidade com 3 mil.

Embora utilizemos esses estudos na biota animal de forma geral - ratos, camundongos e coelhos – para nos basear na avaliação do risco na saúde humana, estamos falando de espécies diferentes. Hoje pela manhã se falou muito nos estudos da biota do solo.

Acho muito interessante, acho válido, aliás, aprendi muito com as palestras da manhã e da tarde, mas temos de ter os limites e a racionalidade de avaliar dados que não são da mesma espécie. Isso nos parece muito importante.

A outra questão é que temos uma mistura de substâncias químicas. A maior parte dos dados e dos estudos toxicológicos não consegue ter experimentos em que eu tenho um conjunto de contaminantes ao qual a pessoa, a biota ou o animal está sendo exposto. Da mesma forma geralmente tenho exposição por várias vias.

Hoje à tarde, por exemplo, eu vi que além da contaminação do solo, ela pode levar uma contaminação subterrânea e você pode ter várias formas de exposição. Geralmente os estudos que nos norteiam para eu calcular minha dose de segurança, qualquer que seja o parâmetro que eu uso, geralmente trabalham com uma única via de exposição.

Aqui são algumas substâncias e o efeito que elas causam no organismo humano.

Vejam o mercúrio e o cobre. Mercúrio só tem efeito negativo na saúde humana. O cobre, de acordo com a dose, pode ter um efeito positivo mas ocasionalmente pode ter um efeito extremamente negativo. Já a ausência do cálcio em geral me traz um efeito negativo mas eu preciso do cálcio e ele é um componente extremamente benéfico para o ser humano.

A grande questão é que, mesmo que eu tenha uma pequena exposição em pouco tempo, causando um efeito agudo, uma intoxicação ou não, isso pode acarretar ao longo de meses e anos algum problema tardio.

Essa é nossa grande interrogação quando lidamos com algumas patologias como o câncer, por exemplo, que é multifatorial. Você não trabalha só com um agente causal, é sempre a exposição a vários agentes e a vários fatores, inclusive genéticos e hereditários, que determina a ocorrência dessa patologia.

Aqui é a exposição a longo prazo que, em geral, é a grande dúvida que temos.

Conversando com a Rúbia hoje pela manhã, o nosso grande limite quando trabalhamos com exposição humana a contaminantes químicos de forma geral é que a exposição de baixa dose e longo prazo, que é hoje o que temos na maioria das populações, das poluições, contaminação de solos, rios, ar, não sabemos o efeito que a baixa dose e longo prazo de exposição pode acarretar sobre o funcionamento do sistema humano.

Fiquei muito feliz de saber de manhã que a planta de forma geral distingue o zinco do cádmio porque o ser humano infelizmente não tem essa capacidade. O cádmio compete com o cálcio pelo receptor no osso. Se você tem cádmio e cálcio, em geral tem uma entrada do cádmio, não do cálcio e uma patologia osteoporosa.

Da mesma forma quando você tem os chamados interferentes endócrinos, moléculas de clorados mas outros metais que competem com os receptores de estrogênio, elas têm uma aparência similar e competem com o estrogênio pelo receptor e às vezes se acoplam e há alguns fenômenos como puberdades tardias.

Vou mostrar algumas hipóteses que podem estar associadas a essa contaminação ambiental por clorados e alguns compostos.

A outra questão que temos em relação aos testes toxicológicos são as populações que estão expostas.

A maioria dos estudos e dos dados que temos são de populações de trabalhadores, um pouco diferente das populações de residentes, da população de forma geral. Quando pensamos nesse tipo de uso, ele abrange a população geral mas não só de trabalhadores envolvidos. Temos algumas populações chamadas suscetíveis em que a ocorrência do dano à saúde pode ser diferenciada, alguns efeitos que você não acha na população em geral ocorrem nesses grupos específicos ou podem ocorrer esses efeitos com maior precocidade ou gravidade ou às vezes com níveis de exposição menores em relação à população geral.

As crianças e os adolescentes são problemáticos sempre porque estão em processo de crescimento e onde você tem célula se dividindo você tem uma exposição do material genético dessas células a qualquer contaminante que tenha ação sobre DNA.

O cádmio é um contaminante com ação mutagênica, tem ação lesiva sobre DNA e me parece sempre preocupante.

Acho que vários conhecem a IARC – Agência Internacional de Pesquisa do Câncer, em cujo site, www.iarc.gov, está claramente afirmado que para os compostos com ação mutagênica não há dose segura de exposição porque eles lesam material genético. Isso é colocado pela Agência por mais que existam cálculos de risco para ocorrência de câncer.

Aqui é para vocês verem o feto se formando na barriga da mãe desde as 3 semanas até os 9 meses.

Aqui é a formação dos órgãos dos sistemas dentro do organismo do bebê, dentro da barriga da mãe.

O sistema nervoso central se forma ao longo de todo o processo de gestação. Aqui nessa faixa mais escura é onde eu tenho períodos de maior sensibilidade desses sistemas e órgãos à ação mutagênica e desses compostos químicos de forma geral, onde há maior possibilidade de ocorrência de más formações congênitas. O sistema nervoso central é um sistema em formação até os 6 anos. Aqui é a genitália externa que começa a se formar um pouco mais tardiamente - ouvido, dentes, pernas, etc. O sistema respiratório está em formação até os 18 anos.

Aliás, é um dos fatores que determinou a grande preocupação com a exposição de crianças ao fumo passivo, mas isso é

outra discussão, não é o caso. Formação significa replicação celular e replicação celular significa exposição de DNA e isso significa risco de dano genético sempre sério, não só para a criança, para o indivíduo, mas inclusive para sua prole, podendo haver más formações na prole.

Esse é um fator que temos de pensar nas decisões que o grupo porventura tomará. Idosos também, do ponto de vista de sensibilidade de população, mas principalmente pelas reservas funcionais de defesa de reversão do dano possivelmente ocorrido já um pouco diminuídas pelo processo de envelhecimento.

Todos esses parâmetros utilizados - os limites de tolerância, os indicadores biológicos de exposição, seja de dose, seja de efeito, o NOAEL e o LOAEL, indicadores que trabalhamos quando trabalhamos com as avaliações de risco, todos eles são construídos com base nesses estudos toxicológicos.

Queria enfatizar que sob hipótese nenhuma estamos negando a importância desses estudos experimentais em animais. Trabalhamos com a informação que advém deles. Até porque dificilmente temos uma informação em humanos que seja consistente. Quando temos, geralmente são condições ocupacionais diferentes do que temos na nossa experiência clínica.

No entanto o olhar que temos sobre esses dados não é sempre absoluto, ou seja, admitimos que a possibilidade daquele dano à saúde pode estar relacionada ao contaminante químico porque o estudo toxicológico tem o limite de abranger a certeza completa porque é uma espécie ou várias espécies animais diferentes, porque eu tenho múltipla exposição, porque eu tenho várias vias de exposição, porque eu tenho várias substâncias ali afetando. cremos que esses sejam parâmetros que devem ser utilizados.

Quando pensamos no dano à saúde e no que temos observado em termos de dados estatísticos, ficamos um pouco preocupados em afirmar que não há nenhum tipo de risco. Concordamos que frequentemente é preciso lidar com risco aceitável, mas como eu disse no início, infelizmente estamos na outra ponta da corda.

Já lidamos com as pessoas cujo risco não foi aceitável e as pessoas adoeceram decorrentes da contaminação química.

A dose de referência, o MRL que a EPA trabalha também é baseado nesses estudos, esses valores são montados a partir desses dados.

Olhando um pouco os efeitos conhecidos tanto do câncer como do não câncer em relação aos vários agentes trabalhando com a classificação da IARC. Vários agentes causam uma série de compostos. Em alguns desses agentes, o mecanismo de lesão é mutagênico.

Sabemos que o nosso organismo tem uma imensa capacidade de recuperação do dano. Ainda bem. Vários compostos têm uma ação, existem várias formas de você levar ao desenvolvimento do câncer, sabemos que o câncer é um processo. Ele começa a se desenvolver 10 anos antes em média de você ter a manifestação clínica da doença, então é um processo.

Sabemos que o nosso organismo tem uma imensa capacidade de recuperação, porque mata a célula cancerígena, porque para o processo de metaplasia celular, enfim, por uma série de fatores.

No entanto, quando o mecanismo que dá origem ao câncer é o mecanismo por lesão mutagênica, se ele lesa DNA, os institutos que trabalham com a questão dizem que você não pode falar em segurança. Quando você tem outros mecanismos, ele pode causar câncer mas se o mecanismo para levar a essa metaplasia celular são de outra ordem, você ainda pode fazer algum cálculo de segurança.

Quando é por lesão de DNA, fica difícil estabelecer isso.

Não sou eu que estou afirmando isso, mas a IARC disponibiliza essa informação no *site*.

Efeitos não carcinogênicos.

Quase todos os sistemas são passíveis de ser afetados pela exposição a contaminantes.

A maioria dos contaminantes passa por metabolização hepática e filtração renal. Vários agentes têm ação tóxica sobre o fígado, metais, que é nosso objeto específico de discussão - arsênio, cádmio, chumbo, cobre, ferro, manganês, embora o metal necessário ao organismo humano, assim como o cobre tem seus problemas.

Rim é a mesma coisa, metais novamente com ação tóxica sobre rim. Vejam que em todos esses sistemas eu posso ter ação tóxica desses compostos. Reprodutor, que é uma área que trabalhamos forte na Universidade, vários metais com ação tóxica sobre ele, além de esterilizantes, uma série de drogas. Respiratório, fungos metálicos.

Esses são dados que têm preocupado a Organização Mundial de Saúde porque são a grande interrogação. É isso que nos preocupa e gostaríamos de trazer para reflexão do grupo de trabalho para que as decisões tomadas busquem ao máximo preservar a saúde humana.

Existem eventos mórbidos que estão acontecendo e não sabemos a causa. Talvez estejam associados à contaminação ambiental, não sabemos.

A OMS não consegue dizer a causa, mas o fato é que eu tenho aumento de cânceres cerebrais e leucemias em crianças: câncer cerebral em crianças até 7 anos, leucemias em crianças acima de 8 anos. Os dados estatísticos mostram no *site* da OMS. A Dra. Jane traz uma apresentação belíssima no último seminário de Biomarcadores no Rio de Janeiro discutindo por que está aumentando a ocorrência desses dois tipos de câncer. Não sabemos.

Uma hipótese é o processo de contaminação ambiental. A Dra. Jane também levanta a questão do desenvolvimento neurocomportamental nesse Seminário de Biomarcadores e da alteração que pode haver na capacidade cognitiva, alterações emocionais de sono, humor em crianças.

Aqui também foram apresentadas, eu não coloquei a referência, no Seminário de Biomarcadores, tanto no Rio quanto em Buenos Aires, em 2007, atopias em relação à asma.

Quando eu falo de sistema imunológico, realmente preciso estar muito atenta porque é um sistema imunológico endócrino e neurológico, que trabalha com baixa dose. São monoaminas que fazem o processo de transmissão da informação e não sabemos exatamente como se comporta esse processo de transmissão da informação, essas monoaminas, esses neurotransmissores quando você coloca, mesmo que pequenas doses de compostos químicos, quaisquer que sejam, envolvidos com isso. É uma questão importante.

Temos um desconhecimento muito grande em termos de saúde e da ação de qualquer composto, mesmo que em pequena dose, sobre sistemas humanos.

Eu trouxe pouca referência mas temos muitas publicações, inclusive mais atuais, como o Caderno de Saúde Pública 2007 falando da questão dos disruptores endócrinos, alteração dos padrões de fertilidade masculina, diminuição do número de espermatozoides, alterações morfológicas como a motilidade e o volume de espermatozoides, podendo ou não estar associados com o processo de contaminação ambiental generalizado.

Outra hipótese é que seja o processo de envelhecimento natural da espécie. Uma hipótese razoável como é a possível contaminação ambiental.

Aqui também são as más formações. Tem aumentado a ocorrência de pospádia, que é a uretra no local errado do pênis, e criptorquidismo, que é ausência de testículo.

Aqui são dados da Organização Mundial de Saúde ocorrendo no mundo, não apenas no Brasil, e que se postula a possibilidade decorrente do processo de contaminação generalizada.

Nosso papel é trazer para a reflexão, é dizer que não é simples. Quando estamos falando de seres humanos, temos uma preocupação com isso, temos o processo de adoecimento por exposição a compostos químicos com expressões multivariadas, principalmente com a doença a longo prazo, com a má formação congênita, onde não é um só fator. O câncer é multifatorial; se não fosse multifatorial, todo fumante teria câncer.

É claro que a nicotina causa câncer, mas não é só a nicotina. Há uma série de fatores que também decorrem do câncer.

Para concluir, minha sugestão é que a questão do teste toxicológico, abordado no início, tem limites, quando apresentamos da exposição humana, não é que ele não será usado.

Amanhã haverá uma Mesa discutindo exatamente essas avaliações de risco cujas bases vêm muito desses testes toxicológicos, são importantíssimos, devem ser feitos, devem ser usados, mas sempre com muito cuidado, quando pensamos na exposição humana, principalmente quando temos uma amplitude de população exposta como a que temos aqui.

Segundo, todos os contaminantes discutidos, ou quase todos, têm efeitos danosos sobre a saúde humana comprovados, a partir de estudos de exposição animal mas também de exposição de trabalhadores, com doses muito acima do que está se preconizando, mas são contaminantes perigosos, ou seja, causam dano à saúde humana. Isso é fato.

Por último, temos alguns eventos mórbidos que não percebemos qual a razão de estar ocorrendo em particular em crianças que eu citei, caso das leucemias e más formações.

Para finalizar, nossa proposição sempre é a prevenção da exposição e a promoção da saúde.

O quanto nós pudermos não expor a população humana a contaminantes identificados sempre é o ideal, mesmo que eu não consiga ter a evidência científica estabelecida do dano, mas no momento em que eu posso ter a possibilidade desse dano, parece que a atitude mais precavida possível deve ser a de evitar a exposição ao máximo, até para levar o melhor que pudermos na promoção da saúde.

Muito obrigada a vocês.

- DEBATES

O SR. EDUARDO DAHER – Eu tenho uma questão endereçada ao Dr. José Maria. Num dos primeiros *slides* apresentados, ele mostra com algum alarme a importação de resíduos indesejados, eu acho que estava entre parênteses lixo tóxico. Eu gostaria de saber se ele tem algum dado estatístico desses últimos 10 anos da importação desses resíduos indesejados e se os mesmos tiveram entrada no País sem a fiscalização ou autorização dos fiscais federais agropecuários, dos fiscais da Receita Federal ou do IBAMA. Para nós é muito importante saber se essa importação está sendo feita em bases legais ou se talvez esses dados que não foram apresentados estejam se referindo a caso de contrabando, fraude, pirataria, descaminhos, coisas desse tipo. Para ajudar na elaboração da futura resposta, o setor de fertilizantes importou, no ano de 2007, 15.330.000 toneladas de produtos intermediários de matérias-primas para fertilizantes, todas elas com liberações de importação junto à CACEX e ao Ministério da Agricultura. E no ano de 2008, 14.600.000 toneladas dessa mesma base de produtos. Para nós seria muito importante conhecer o que ele quer dizer quando se refere à importação de resíduos indesejados. Muito obrigado.

O SR. JOSÉ FRANCISCO CUNHA – Quero fazer uma pergunta ao Dr. Everton. Como ele tem grande experiência em avaliações de áreas contaminadas de águas subterrâneas, ele teria alguma informação sobre alguma área não urbanizada ou não industrial, área de uso apenas agrícola com contaminação das águas subterrâneas e por quais contaminantes isso poderia estar ocorrendo. Existe o registro de alguma área nesse sentido? Mesmo nitrato, que seria uma fonte dos fertilizantes, pelas suas próprias palavras, está ocorrendo junto a áreas urbanizadas e sem tratamento de esgoto.

A DRA. CARMEM colocou aos agentes e aos órgãos. Gostaria de saber se esses agentes têm correspondência com os órgãos. Gostaria de deixar aqui uma reflexão. Nas missões efetuadas pela Mara ao término da primeira reunião do Milton, que está ausente, e do Dr. Everton, ambas bem colocadas, na condição de leigo tanto no aspecto médico como na área ambiental, gostaria de externar a colaboração que esses profissionais estão trazendo para o evento, agora tão bem explanada pela Dra. Carmem que nos traz uma grande preocupação. Que esse palco se torne uma coisa mais rápida e mais pragmática no sentido de desenvolver essa situação, porque é muito gravosa para nós e para a sociedade. Gostaria que nós que participamos desse grupo, bem como os responsáveis pela área técnica, pudéssemos evoluir o mais rápido possível. Isso não é brincadeira. Esse é meu entendimento tanto no aspecto jurídico e pessoal.

O SR. ALBERTO – Minha pergunta é para o Dr. Everton. Quais são os processos de eliminação de metais pesados tanto em solo quanto em água subterrânea? Comente um pouco o horizonte de tempo que podemos traçar para pensar na volta a uma condição inicial dos solos. A legislação estabeleceu alguns valores e só queria saber qual horizonte você acredita ser interessante estabelecer.

A SRA. LADY VIRGÍNIA – Pegando o gancho do Alberto, queria que você pudesse complementar também, Dr. Everton, a respeito de todas as questões relativas a metais pesados, porque foi falado muito de organoclorados. Por favor, faça uma abordagem nesta questão.

O SR. EVERTON DE OLIVEIRA – Acabei focando em orgânicos, errei o tiro, desculpem minha palestra, mas agora vou focar na parte físicoquímica do comportamento dos contaminantes. No caso dos metais pesados, eles têm um campo de estabilidade num diagrama de oxirredução, dependendo da situação, se o ambiente está mais oxidante ou mais redutor,

ele pode ficar mais ou menos móvel e, se o pH está mais ácido ou mais básico, ele pode ficar mais ou menos móvel. Tipicamente em água subterrânea, ela difere da água superficial numa situação muito particular porque tendemos a ter na região não saturada, onde os poros não estão completamente cheios de água, uma respiração tanto de raízes como de microorganismo, a concentração de CO₂ é muito maior no meio ambiente subterrâneo do que na atmosfera normal. O CO₂ na presença de água vai tentar formar o ácido carbônico e será uma grande *buffer*, vai controlar o pH da água. A água subterrânea naturalmente tem pH que varia de 4,5 até 6,5. Essa é a típica variação. A água subterrânea neutra é incomum. É possível ter água natural mas em geral ela tem o pH mais baixo, por causa do controle do CO₂ no nosso ambiente subterrâneo. Além disso, como temos menos oxigênio, o ambiente já é um pouco mais redutor, apesar de termos oxigênio dissolvido na água subterrânea pela partição da atmosfera, mantém sempre uma concentração mínima de oxigênio na água, mais nas águas mais rasas e menos nas águas subterrâneas mais profundas. Num horizonte, vamos ter variação de perfil de mobilidade de um mesmo tipo de metal porque temos uma variação do ambiente de oxirredução e de pH. Como consigo saber isso? Medindo, indo a um determinado solo, consigo saber que tipo de situação eu tenho ali. Em alguns solos naturalmente teremos a ocorrência de alguns metais, tipicamente no nosso estado temos ferro e alumínio aparecendo em grandes locais. Em águas profundas nós temos flúor em grande locais e algumas ocorrências naturais. É bom sempre saber que tipo de ambiente estamos tratando para saber o que podemos esperar.

Cada metal pesado tem o seu diagrama de estabilidade. Em determinada região de pH ela vai estar na água subterrânea ou no solo. No solo, falamos que ele está imobilizado que, em geral, representa um risco muito menor, exceto pelo contato direto, se você colocar a mão, que vai ser o tipo de exposição. Para nós, metal imobilizado não é um grande problema, desde que você controle o contato. O metal mobilizado representa sempre um risco muito maior, porque você não terá o controle tão fácil da exposição. Não é tão fácil saber onde ele está, porque ele está andando com a água subterrânea e pode estar amanhã mais para frente. Para dizer exatamente onde ele está temos de saber qual o tipo de aquífero e qual o tipo de ambiente subterrâneo que ele se encontra.

Em geral, estamos falando da parte de agricultura, se você tem um nível d'água muito raso, você tende a afogar as raízes e nem todas as plantas sobrevivem, então você terá uma mobilidade menor, você consegue ter uma zona não saturada um pouco maior e essa mesma zona tende a ter mais oxigênio; tendo mais oxigênio no local, você tem uma expectativa de que os metais fiquem mais imobilizados e diminua o risco. É relativamente mais simples controlarmos um risco numa situação dessa porque você pode sempre colocar uma capa de solo limpa e eliminar contato. Há algumas formas mais baratas de você controlar e utilizar o local com presença de metal de forma mais adequada.

Só para fazer esse preâmbulo no tipo de metais, não dá para generalizar. Se eu trouxesse o gráfico, eu mostraria claramente a região de estabilidade daqueles metais e poderia comparar os metais que estamos discutindo, o cádmio e chumbo, se têm algumas diferenças mas em geral o campo de estabilidade é relativamente comum para os dois. Não tenho essa informação para dar a vocês. Desculpem-me.

Respondendo à primeira pergunta, se eu tenho em relação à agricultura alguns exemplos de contaminação. Não é tão comum, mesmo porque esse estudo de contaminação é uma ciência relativamente nova, começou fortemente na década de 70, em torno de 1975, por um motivo muito simples: esse desenvolvimento dependia muito de simulações, e simulações com computadores lentos na época não dava tempo de desenvolver equações muito potentes. Com métodos numéricos conseguimos fazer coisas muito maiores e o desenvolvimento acelerou, mas não temos um desenvolvimento tão alto.

O começo se deu com áreas contaminadas críticas, onde a exposição era muito alta, havia contaminantes em concentrações elevadas, de onde surgiram os primeiros estudos. Hoje já temos estudos na área de agricultura. Posso citar um estudo feito em Waterloo, onde tem o centro de estudos de água subterrânea mais importante do mundo, no Canadá, uma região de menonitas, então eles têm hábitos do século retrasado. Eles fazem a aplicação na agricultura de dejetos de suínos e bovinos, inclusive humanos e é típico, não só familiar, porque os menos ortodoxos usam equipamentos mecânicos, então há uma aspersão muito grande na área. Foi feito um estudo muito longo, principalmente por nitrato, por alguns coliformes da aplicação, há a taxa de aplicação e vê qual o resultado na água subterrânea. Dá o aparecimento de nitrato em alguns lugares mas não foi considerado até o presente momento que fosse significativo. A quantidade pela área não era muito grande, o objetivo da utilização não era o líquido, mas a parte sólida. A parte de metais pesados não tem sido muito focada mesmo porque desse tipo de material não tinham uma expectativa muito grande porque eles usavam o material em forma diluída.

Existem alguns estudos mais focados na área de pesticidas e herbicidas, principalmente no que diz respeito à degradação, porque eram compostos extremamente persistentes, hoje em dia eles tendem a ser menos, e ficavam na parte rasa do solo. Com o avanço da urbanização, você tendia a ter famílias morando em regiões onde tenha tido uma aplicação generalizada de pesticidas e herbicidas, o pessoal tende a usar mais que a dosagem porque o efeito é nítido. Isso foi usado. Vários locais tiveram de ser cuidadosamente investigados para poder ter famílias (inaudível) em relação a isso. As concentrações em geral de metais pesados são menores. Metais pesados muitas vezes são facilmente confundidos com o que você tem na formação geológica natural. Nós tendemos a ter metais pesados formadores de minerais que se mobilizam ou se imobilizam dependendo do tipo de ambiente subterrâneo que você tenha. Usando exclusivamente como micronutrientes e ele tendo uma distribuição generalizada, fica difícil de medir. Existem poucas evidências ainda de resultados e exposição com relação a isso. É difícil dizer porque em geral temos alguns outros metais associados naquele local. A tendência é que se desenvolvam estudos em relação a isso, mas em compensação conseguimos ter uma antecipação: como a parte de orgânico é mais desenvolvida que a parte de inorgânico em termos científicos, conseguimos ter alguma antecipação em relação à mobilidade e imobilidade e a níveis de exposição em função das rotas de exposição que você pode antever naquele local. Não sei se consegui responder.

No caso de eliminação em relação a metais pesados, é importante deixar claro que não existe eliminação de metal. Você não elimina metal. Metal não degrada, ele permanece. Temos a possibilidade de exposição ou não. O metal, em determinado local, tende a durar para sempre, exceto que seja transportado fisicamente de alguma forma, quer seja por lixiviação por água subterrânea, quer seja você remova o material do local e leve fisicamente para outro. Em geral, quando você tem um site contaminado industrialmente por metais pesados, você tem concentrações de chumbo, parte de chumbo estava no ácido da bateria, ele vai para o solo. E extremamente difícil você removê-lo. Em geral o que você faz é imobilizá-lo no local e controlar a área para que aquela imobilização e que as vias de exposição possíveis a partir daquele local sejam controladas e eliminadas, ou seja, você não terá receptores em contato com o contaminante. Ou remove tudo e leva para um aterro ou lugar seguro, mas retirá-lo do local só com poço, não tem como. Os consertos são indiretos. Se ainda restar alguma dúvida, podem perguntar.

A SRA. CARMEM HILDES RODRIGUES FRÓES ASMUS - Só para esclarecer, eu falei de uma classificação da IARC. A EPA, Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana, tem outra classificação, às vezes similar, às vezes totalmente distinta. Naquelas duas listagens eu não mostrei uma correlação, mas sabemos que o fígado tem particularmente um câncer, que é o angiossarcoma de fígado que está associado à exposição de cloreto de vinila. O benzeno, por exemplo, é um agente tóxico associado com ocorrência de leucemia. Eu listei os agentes que são comprovadamente pela IARC considerados carcinogênicos e os órgãos que se sabe que podem ocorrer cânceres, por exposição a contaminantes, geralmente ocupacional. Todos os estudos são de exposição ocupacional em sua grande maioria.

O SR. – Sobre contaminação de nitrato, os Estados Unidos têm um mapeamento muito bem feito e acima de 10 ppm chega a ser comprometedora. No Brasil há pouca coisa feita, porque não temos o levantamento sistemático como eles têm, senão teríamos áreas extremamente críticas. Santa Catarina, por exemplo, já tem alguns lugares que estão mapeados, embora não seja comum, não tem um programa para acompanhar isso. Santa Catarina com contaminação com fezes de animais e nos Estados Unidos há alguns trabalhos interessantes sobre contaminante químico - nitrogênio na forma de adubação não animal. Com relação a agrotóxico é uma coisa interessante. Ou não temos mais muito persistente hoje, mudou um pouco. O que temos de rastrear é que ele se degrada muito rapidamente. Às vezes o subproduto é mais tóxico que o original. Você tem alguns casos bastante sérios. E até descobriremos qual é o produto novo, a molécula nova, leva algum tempo, às vezes a empresa não divulga e nem ela mesmo sabe mas são problemas ambientais sérios. Quanto à importação, o que não é feito de forma rotineira e legal não temos dados estatísticos. É muito grande a importação feita de material legal para poder dar conta de todo esse crescimento que temos da agricultura. O que não é legal ficamos sabendo quando é pego alguma coisa, que não é a rotina. Existem empresas em todos os setores e com todas as caras, não dá para separar. Mesmo dentro de um convento, há pessoas que têm uma conduta não desejável. Foi nesse sentido que relatei aquele ponto.

A SRA. RÚBIA – Em primeiro lugar, parabéns a Carmem, que já conheço há muito tempo, pela brilhante apresentação.

Em relação à avaliação de risco, quando eu fiz minha colocação de manhã, nem todos os compostos, que sabemos que há um risco, tirando os cancerígenos, existem no ambiente e não podem ser isentos de determinados contaminantes, por isso existe a legislação. A avaliação de risco é utilizada nesses casos. No caso de substâncias cancerígenas, realmente as comprovadamente genotóxicas sabemos que não existe um nível seguro. Por isso mesmo não se estabelece o nível aceitável. As pessoas em sua consciência sabem que o ideal seria zero, mas também não é possível. Por exemplo, no caso do benzeno, no ambiente ocupacional, consegue se proibir e chegar a zero. No caso do ambiente geral, os carros emitem benzeno. É uma substância cancerígena, mas nem padrão temos no Brasil para o benzeno. Em outros países há uma legislação, há padrões para benzeno e é utilizada a avaliação de risco utilizando-se o menos pior, que seria o risco aceitável. Precisamos estabelecer para poder gerenciar essa problemática, pois se você não conseguir reduzir a curto prazo, aquele período que você fica exposto tem de ter uma legislação ou alguma coisa que controle essa liberação e não deixar simplesmente emitir qualquer coisa. Sei que vocês trabalham para o Ministério da Saúde para fazer a avaliação das áreas contaminadas no Brasil. O preocupante é que essas áreas contaminadas são passivas onde houve a contaminação no passado, onde não havia nenhum gerenciamento nem controle maior. Realmente há casos extremos de pessoas contaminadas. No caso do evento, em que estamos discutindo a possibilidade de legislar ou estabelecer algumas normas para o uso de resíduos como micronutrientes para agricultura, fico pensando: alguns metais muito citados aqui como o chumbo e o cádmio, que são extremamente tóxicos e persistentes no ambiente, não seria mais razoável estabelecer uma legislação que proíba a utilização de resíduos que contenham esses elementos?

Existiam as indústrias de bateria e reciclagem de material. A indústria podia emitir até um 'x' de chumbo mas, na década de 90, a CETESB percebeu que mesmo aquele residual que podia ser emitido ficava no ambiente e estava causando problemas sérios: no entorno dessas fontes, tinha cultura de alimentos, contaminação de leite de propriedades que tinham vaca leiteira, contaminação de crianças. Houve uma reavaliação da CETESB em relação a essas indústrias e houve uma mudança, houve algumas exigências, algumas indústrias fecharam até estabelecer outras regras. Minha preocupação é esta: se não existir nenhuma regra, não vamos fechar os olhos. Sabemos que está sendo utilizado, só que indiscriminadamente. Em alguns países, a EPA tem normas para uso de resíduo como fonte de zinco. Eu queria saber sua opinião sobre essa questão porque realmente o objetivo do evento é esse. São duas coisas.

O SR. – Eu gostaria de fazer uma pergunta ao Dr. Everton. Temos uma preocupação muito grande com a hipótese de se promover contaminação numa área que não é destinada a isso. A ideia de trabalhar com gerenciamento de áreas contaminadas não me parece uma coisa muito do universo do solo agrícola, porque o solo agrícola tem outra função. Na hipótese, apesar de não ser essa a meta nem a expectativa, de deparar com uma área agrícola contaminada hoje dentro dos critérios usados para auferir isso, uma área que tivesse mais ou menos uns dez mil hectares e tivesse contaminada, através de estudos feitos lá e cogitando diante de uma situação como essa, por exemplo, para metais ou para orgânicos, a questão de estimar os procedimentos que teriam de ser aplicados para descontaminar uma área como

essa dentro de uma situação que o senhor pode colocar como hipótese, e os custos que estariam envolvidos, se você cogitar estudos, diagnóstico, monitoramento, remediação, para nos dar uma ideia desse tipo de situação pela sua escala.

O SR. – Eu tenho uma pergunta a fazer para a Dra. Carmem. Na verdade é um complemento da colocação feita pela colega da CETESB. Temos o seguinte dilema: temos uma norma, pelo menos no Estado de São Paulo, relativa a áreas contaminadas. É uma situação que já existe, com a qual preciso lidar de alguma forma, então tenho parâmetros e um grau de risco envolvido. A outra situação é aceitar, por meio de uma norma, a colocação no meio ambiente de materiais reconhecidamente tóxicos, alguns deles mutagênicos. Este é o nosso dilema: é aceitável essa colocação? Essa é a pergunta que eu faço à senhora.

A outra é uma colocação para clarear, embora eu não seja a pessoa mais indicada, porque em Santos isso está sendo cuidado pelo Ministério Público Federal, que diz respeito à importação de resíduos. Em Santos e no Porto de Paranaguá, há uma atribuição do colega do Ministério Público Federal que acabou se estendendo para o Paranaguá, foram detectados dois tipos de importação a princípio regulares, ou seja, passaram pela CACEX e pelos órgãos e revelaram dois tipos de irregularidade. Primeiro a importação de resíduo - a norma internacional foi traduzida para o português de Portugal, então fala em desperdício, mas a tradução vem da palavra *wasting*, em inglês, e não tenho dúvida quanto ao seu significado - de zinco sem que tenham sido feitos os exames laboratoriais necessários. A desculpa da nossa aduana era de que não sabíamos que isso precisava passar pelo IBAMA. Gerou recomendação formal por parte do Ministério Público Federal em relação a todos os níveis, inclusive da nossa aduana. Outra situação que, mesmo passando pela análise do (inaudível) em relação a NBR, em alguns resíduos que por experiência brasileira sabíamos que seriam perigosos, isso entrou como resíduo não inerte e, refeitas as análises laboratoriais, foi constatado que era resíduo perigoso. Temos, dentro de todo esse universo mencionado, situações que a princípio são regulares, fora as irregulares, quando se abre o container dizendo que era produto eletrônico e lá dentro tem resíduo. Isso também foi pego no Porto de Santos, mas essa é uma situação de absoluta irregularidade. Mesmo nas situações de irregularidade, encontramos algumas tentativas de furar as restrições legais.

O SR. IRANI GOMIDE – Só queria fazer um comentário rápido a respeito de doses. Quando você fala em doses de produto para agricultura, notadamente micronutrientes, estamos falando de gramas ou poucos quilos por hectares. Essa é uma ordem de grandeza um pouco diferente. Assusta-me um pouco quando eu vejo um trabalho para mostrar efeito de metais genéricos, quando você coloca duas, três, quatro toneladas de produto por hectare. Ou seja, está totalmente fora de qualquer prática agrícola. Inclusive, para não haver confusão, quando falamos em aplicação desses produtos como fonte de nutrientes, é diferente em termos de ordem de grandeza quando você fala em disposição ou aplicação de grandes quantidades para descarte de produto, como foi mencionado. O foco, quando se fala em nutrientes e agricultura, são quilos por hectares e alguns gramas por hectare. Só essa colocação.

O SR. ALEXANDRE PESSOA – Colocando para a Mesa, pegando essa última colocação que são sempre gramas por hectare, parece-me muito similar a questão de dizer que o grau de pureza era 0,00X% de pureza e, quando traduzimos aquilo em miligramas, vai resultar em coisas que têm significado sim. Quanto à questão dos estudos e da avaliação de risco estarem somente voltados para coisas do passado, ou seja, é como se não existisse sua real necessidade, já que todas essas situações se deram talvez em falta da prevenção por órgãos ambientais, acredito que para um estado como São Paulo. Talvez em São Paulo não devesse haver os 1.500 ou 1.700 casos de locais contaminados como existe com todo o seu poder tecnológico, mas eles existem. Depois quem de alguma forma terá de dar uma solução para isso, como falou a

Dra. Carmem, é a ponta de cá, a Saúde. A Saúde tem de dar conta de coisas que passaram dos controles. Quando falamos em metais, sem entrar em grandes questões das químicas, dos mecanismos de transporte, todas as formas de absorção, Latossolo e todas as coisas que poderiam ser colocadas sobre isso, estamos falando diferentemente dos casos dos orgânicos em coisas que não desaparecem. O metal, depois de distribuído e quando vai ficando na natureza, tem de ser visto como uma forma cumulativa. Há uma série de dinâmicas bem diferenciadas que podem levar os mecanismos de transporte às suas concentrações em determinadas situações, em determinados sítios, em determinadas áreas, criando aquela situação que não seria a ideal nem a desejável. Falar em ausência de riscos é um pouco difícil sob qualquer ótica científica de ser aceita.

Não tive a oportunidade, por motivos outros, de participar de forma mais ativa deste debate. Eu tinha algumas coisas a falar não da parte médica, como foi colocada pela Dra. Carmem, mas também pelos outros aspectos dos estudos de avaliação de risco que temos realizado no Brasil com uma série de questões que ainda não estão totalmente debatidas, sempre visando nossa área de atuação, que é a preocupação com a saúde. São colocações gerais que gostaria de dar em nome do Ministério da Saúde em relação a isso.

Complementando, talvez não sejamos nós os atores principais desse processo, mas pelo menos gostaríamos que algumas ponderações da ótica de saúde realmente ficassem muito bem pontuadas.

A SRA. CARMEM HILDES RODRIGUES FRÓES ASMUS – Rúbia, estamos trabalhando juntas há muitos anos, aliás, temos um projeto hoje e pensamos muito parecido. Concordo com você, puxando um pouco o gancho do que o Alexandre falou, quando você fala em separar o joio do trigo. Existem alguns contaminantes que mais do que carcinogênicos, na minha opinião, se deve olhar em relação à capacidade mutagênica. Temos a capacidade de gerar câncer por outra razão que não a lesão de DNA. Não sei se vocês se lembram de que nos últimos *slides* mostrávamos dados mundiais de aumento de leucemia, câncer cerebral, criptorquidia, todas essas são más formações associadas e cânceres com lesão mutagênica. Parece-me que um parâmetro que dá uma base teórica para uma decisão, porque isso é muito importante que se diga: até aqui eu vou porque esse parâmetro, na minha sugestão, é da capacidade mutagênica do composto, não posso ultrapassar sob um risco muito grande do ponto de vista de população exposta e

de saúde humana. Já respondo ao senhor neste sentido: tem de haver um parâmetro com uma base biológica teórica muito clara. Os estudos existentes até o momento, do ponto de vista de saúde humana, apontam para um parâmetro que me parece fundamental, quando você olha a capacidade tóxica da substância, que é a capacidade de causar mutagênese. Quando podemos permitir essa exposição. Essa é minha opinião.

Em relação à dose, a pergunta não foi direcionada para mim, porque as doses que eu mostrei foram todas em humanos. Realmente não tenho a menor noção da quantidade usada em agricultura. Alexandre, é isso que temos trabalhado nos estudos anteriores de avaliação de risco, os passivos ambientais que infelizmente são de difícil resolução até hoje.

A SRA. RÚBIA – Você pode falar especificamente sobre o cádmio, o chumbo e o arsênio, que são os elementos que você mencionou na palestra.

A SRA. CARMEM HILDES RODRIGUES FRÓES ASMUS – Salvo engano, o cádmio é um composto com comprovada ação mutagênica e me parece que o arsênio também. Tenho algumas dúvidas com relação ao chumbo, embora seja um metal extremamente tóxico para exposição de criança. Para vocês terem uma ideia, voltando à lógica da dose, há 20 anos nós tínhamos um valor em criança aceitável de 40mg/dl em sangue. A evolução do conhecimento científico mostrou que hoje a dose de segurança em sangue de criança está em 10 tendendo para 5, porque já se acha que no valor entre 5 e 10 você tem alteração cognitiva, quer dizer, alteração da capacidade de aprendizado da criança, principalmente na exposição intrauterina, que é aquela imagem do feto, e na exposição na infância precoce, até os 4 anos de idade. Tenho alguma dúvida se o chumbo tem alguma ação comprovadamente mutagênica, mas no caso específico, ele tem um potencial lesivo brutal, principalmente em cima de criança. Esse me parece um metal mais preocupante.

Existe uma discussão em cima do real efeito de alguns aditivos que se fazem em alimentos, por exemplo, muita gente usa a farinha de trigo com cálcio, como o biscoito de chocolate com cálcio, o “Danoninho que vale por um bifinho”. Existem várias pesquisas na área de nutrição e nutrologia que avaliam o aporte nutricional que esses alimentos dão, principalmente em termos de absorção. Na farinha de trigo com cálcio, você tem uma boa absorção do cálcio aditivado? Estou falando isso porque como você falou na questão do zinco, ele é um metal extremamente importante, faz parte da fosforilação oxidativa das células, é fundamental para evitar a formação do radical livre, que está diretamente associado com o envelhecimento e com o câncer. Ótimo, ele é um protetor do organismo, mas é preciso ver se quando você o adiciona ao alimento, ele é absorvido. Existem vários estudos que falam da questão da absorção do alimento quando aditivado. Existe um conhecimento estabelecido sobre o valor nutricional agregado.

O SR. EVERTON DE OLIVEIRA – Voltando a colocar minha posição, na minha área trabalhamos a partir de valores previamente definidos. Ela estava falando em 5mg/dl. Para mim, decilitro já é outro número, eu trabalho com litro, então 50mg/l. Benzeno a portabilidade é 5, abaixo do valor que ela apresentou. Na prática, já tivemos uma situação parecida com aplicação. Tínhamos algumas dúvidas, eu fiz uma modelagem grande para isso. Nós estimamos qual é o máximo. Por exemplo, eu tenho um nível máximo para água. Temos de definir rotas de exposição, tipo de exposição que você terá para aquele cenário, um para água, um para solo. Fazemos o trabalho ao contrário: pego o número máximo que eu posso ter, vou levando, vou voltando minha simulação para saber qual o máximo aplicável para saber quanto ele vai ficar preso no solo para a soma de todas as vias de exposição chegar ao limite máximo aceitável. É isso que fazemos quando quero antecipar uma situação que eu não sei se pode aplicar ou não. Claro que vamos colocando margem de segurança em cada uma das doses aplicadas para ampliar isso e chegamos ao valor máximo aceitável para aquele local. Se eu estou num lugar que precisa ser limpo, tenho de baixar a concentração até aquele ponto. Se eu estou num lugar que eu tendo a aplicar alguma coisa, sei qual o máximo aceitável e vejo se ele é cumulativo como metal, até quanto eu posso colocar, em quanto tempo, a partir de determinado ponto não tenho mais como eu aplicar porque ele vai permanecer naquele ambiente. Esse é o nível de raciocínio. Não sei exatamente. Se me disserem que tem toxicidade, eu aceito; se me disserem que não tem, eu aceito pois não sou especialista nisso. Só posso dizer o quanto vai estar lá e o quanto vai sair.

No caso da remediação, em áreas gigantescas em geral não têm remediação. O que fazemos é controlar a exposição. Não tem dinheiro que pague. Em uma área muito menor do que essa, falamos em alguns milhões de reais, ou seja, é inviável, seria impraticável remediar uma área dessa. A única forma é controlar o nível de exposição para que ele use o local. Não tem como você fazer limpeza em níveis tão extensos. Em várias áreas de indústria somos obrigados a fazer controle de uso ou controle de exposição. Em casos de contaminação muito grande, não tem como remediar. No caso de metais pesados é a questão de imobilização e evitar o contato, mas o trabalho é sempre partindo da toxicologia para o máximo aceitável para o local. Em concentrações muito baixas, se for homoganeamente distribuído em concentrações muito baixas, dá para antecipar o que é aceitável, mas é uma questão de se calcular e se chegar a números conservadores e confiáveis. A decisão se pode ou não pode passa por toxicologia e não pela física do solo e água subterrânea. A partir daí conseguimos prever o que acontece.

O SR. JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ – Realmente as quantidades são pequenas mas dá para perceber também o quanto você precisa para ter níveis reversíveis de uma pessoa como a Dra. falou. Para ter uma ideia, para nitrato, 10 ppm é o limite máximo. Acima disso você pode ter retardo mental em crianças em gestação que vão ficar com danos para sempre.

Há pouco tempo tivemos um problema sério de contaminação de batatas em São Paulo. Achavam que era inclusive um agrotóxico importado, depois rastream e verificou-se que isso vinha de micronutriente que tinha sido aplicado contaminado. Eu li um artigo nesse sentido. Você não precisa de muita coisa para dar uma contaminação. Não se usa muito mas o pouco que se usa é suficiente para ter um dano. Imaginem uma suposição que foi feita: 10 mil hectares que não é muita coisa. Uma usina de cana tem de ter pelo menos 20 mil hectares para ser operacional. É impensável quem poderia pagar um dano desse, não tem companhia nem o Estado seria dono desse dinheiro para fazer isso.

A SRA. LADY VIRGÍNIA – Está interessante a discussão. Vocês têm mais uma rodada rápida de 10 minutos para terminar essas informações.

O SR. JOSÉ FRANCISCO CUNHA – Gostaria de perguntar ao Dr. José Gusman quais medidas têm sido preconizadas ou estão em andamento para eventualmente prevenir ou reverter a situação no estado de Santa Catarina, já que lá, como você citou, temos um risco muito grande pelo uso de material orgânico numa área muito concentrada. Quais são as ações efetivas de política pública que estão sendo traçadas para prevenir isso?

O SR. OLIVEIROS – Quero apenas fazer um comentário sobre o que o Dr. José Maria falou a respeito da contaminação de batata. Se eu não me engano, isso aconteceu há mais de 25 anos e foi uma contaminação por fungicida mercurial. Na época já estava muito proibido mas tinha uma bandidagem que trazia mercurial e não tinha nada a ver com micronutriente. Só para esclarecer.

O SR. GILBERTO WERNECK – Como foi citada uma colocação de um participante sobre importação de resíduos, eu felizmente trabalho na coordenação responsável pelo controle efetivo da Basiléia, em Brasília. Um breve histórico: a Basiléia foi ratificada em 1993 e, desde 1996, a Resolução CONAMA nº 23 determina a proibição total de importação de resíduos perigosos. A Resolução é voltada para controle e proibição a partir do controle dos órgãos do SISNAMA, ou seja, o IBAMA primeiramente para realizar o controle dessas importações. Não há uma interação clara com a Receita Federal, ou seja, a aduana não necessariamente precisa cumprir, enfim, o controle da anuência é por parte do IBAMA. Já existiu caso de importação de resíduos perigosos ilegais para produção de micronutrientes, ocorrido em 2000. Alguns processos inclusive ainda estão tramitando na Justiça. Contrariando o que foi falado, na verdade não existe um NCM próprio para micronutrientes. Para quem não sabe, o NCM é a nomenclatura como a do MERCOSUL. Como envolve uma operação de comércio exterior, que é uma importação, ele tem de ser classificado num código aceito internacionalmente. Não há essa NCM para micronutriente, consequentemente, não há uma NCM clara para determinar se aquele resíduo é perigoso ou não por essa NCM. Só para reforçar, não há conviência nenhuma do IBAMA na importação de resíduos para micronutrientes ilegais no Brasil.

A SRA. LADY VIRGÍNIA - Como eu já havia feito uma pergunta na parte da manhã e nosso tema é Conhecimento do estado da arte, aproveite o conhecimento de vocês para que possam pontuar para o grupo qual seria a sugestão de regulamentação, e se é possível essa regulamentação, com o conhecimento que vocês têm, para essa questão.

O SR. EVERTON DE OLIVEIRA - Sob minha especialização, acredito que é possível a regulamentação disso. É uma questão de partir de princípios básicos científicos de toxicologia, o que define para nós a possibilidade ou não. Temos de ter claramente definidas as doses aceitáveis para trabalharmos o nome técnico para isso. Temos de ter esses valores claramente definidos e, a partir desses valores, podemos definir quantidades aceitáveis para aplicação. Não é uma coisa tão incomum, sob várias regulamentações para o tipo de aplicação de como fazer, em que tipo de solo, temos de ter algumas classificações hidrogeológicas importantes em profundidade de nível freático, permeabilidade do solo e do aquífero. Conseguimos estabelecer relações onde temos um controle da situação. Isso é possível de ser feito, dentro de regras bem restritas. Não sei como isso legalmente seria feito porque em geral não tem licenciamento ambiental para agricultura. Não sei como isso é regulado a partir da aplicação. No caso de aplicação de indústria, há regras claras de monitoramento, várias coisas que viriam a partir disso e, obviamente, vai onerar no monitoramento. Como as áreas são vastas, o custo é sempre multiplicado e é difícil fixar, mas dá para fazer alguma coisa racional, mesmo próximo de áreas de descarga, que é o ponto mais vulnerável por estar próximo de rios, há formas técnicas de se abordar. Claro que é preciso discutir muito para se chegar a alguma coisa razoável mas me parece factível. Já vi experiências de coisas que eu pensava jamais serem feitas e acabaram saindo. Não me parece tão inviável assim, claro não depende da parte física mas muito mais da parte toxicológica.

A SRA. CARMEM HILDES RODRIGUES FRÓES ASMUS – Minha sugestão é um pouco em cima do que a Rúbia falou. Sugiro uma análise em cima da toxicidade da substância especificamente em relação ao seu potencial mutagênico. Existe um rol de testes de mutagenicidade. Não é só é mutagênico ou não é. A IARC, a EPA e a TSDR têm discussões extremamente interessantes e amplas do que é considerado potencial mutagênico de um composto químico. Isso é uma boa base para se avaliar o potencial, a toxicidade humana sempre de onde eu falo desses compostos. Eu tenho algumas dúvidas com relação a essa capacidade mutagênica do chumbo, então minha sugestão é avaliar esse composto em relação a sua toxicidade em termos de populações suscetíveis. Falo isso porque tenho uma preocupação com o chumbo com criança e a exposição que porventura possa vir por contaminação de subsolo, água e alimento. Esse composto com criança e com o feto é extremamente agressivo, tem várias hipóteses do porquê especial em crianças, que é totalmente diferente da exposição do adulto, mas na criança o chumbo merece uma atenção, embora me pareça que ele não tenha um potencial mutagênico muito bem estabelecido. Não é esse o problema dele. A rigor, ele não é cancerígeno, não vai fazer má formação mas ele tem uma agressão sobre o sistema nervoso central brutal em criança. Ele merece uma atenção. Essa é minha sugestão.

O SR. JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ - No caso de Santa Catarina, nós acompanhamos uma época que a maioria dos nossos peixes que vêm para cá são criados em Santa Catarina e boa parte com fezes de suíno. Eles estavam usando parte dessas fezes de suínos em lagos e criando um policultivo de peixe. Havia um problema ambiental e fomos tentar ajudar isso. Mas o que eles têm tentado fazer é repor as matas ciliares para evitar que haja um escorrimento, e isso não garante muito porque o nitrato percola bastante no lençol freático. Estão tentando padronizar quanto se pode colocar no solo e não deixar amontoado; quando for deixar amontoado, impermeabilizar isso. Estão fazendo alguma coisa. O que a indústria está fazendo é pela pressão ambiental séria que ela está se expondo, como a empresa acaba tendo uma visão dela para o público local mas para fora, ela está indo para Mato Grosso até porque está se plantando

mais milho na região e as grandes empresas que produzem estão indo para Mato Grosso. A tendência é diminuir a produção. Já faz algum tempo que o Brasil ia importar fezes de suíno da Holanda em forma de briquetes, não sei se vocês se lembram disso. Fomos convidados a fazer alguns estudos e não sabíamos o que fazer com esse material quando já tínhamos aqui. Estamos comprando poluição de fora. Algumas coisas são meio malucas. No meu ponto de vista é difícil estabelecer parâmetros como hoje, pelas informações que temos. Se for uma legislação que realmente tenha o limite máximo para qualquer lugar é complicado. Vimos que há regiões que são totalmente diferentes de outras, não podemos generalizar.

Particularmente parto do princípio de que resíduo é resíduo e não deveria vir para agricultura, a não ser que pudéssemos garantir que não tivesse contaminante nenhum, que tivéssemos um tratamento adequado para não sair com resíduo nem contaminante. Temos rocha, temos onde buscar, é mais caro, mas, como foi falado, não é tão grande a quantidade de micronutrientes. Qual o custo para se mitigar um problema desse ou tentar resolver um problema que já foi estabelecido com doenças de pessoas ou contaminação ambiental bastante séria depois? A medicina terá de correr atrás de um problema que nós geramos. É melhor não termos esse problema.

Concordo com o colega do IBAMA. O IBAMA tem um trabalho extremamente eficiente. Para mim, não ficou nenhum momento no ar uma conviência do IBAMA aí. As coisas são feitas. A Polícia Federal proíbe a entrada de droga no País mas a droga entra aqui mesmo assim. Não estou falando que todo mundo ali é conivente, mas é que existem formas de burlar as normas legais. Temos de enaltecer o trabalho que tem sido feito pelas autoridades e pelo pessoal que tem trabalhado. Não é essa questão. Não temos como abrir uma porta não sabendo que não tem como controlar. Como vamos fiscalizar isso depois? O pessoal da CETESB que trabalha com fiscalização sabe o quanto é difícil. Sei que o número de pessoas é pequeno para um monte de ações. Como vamos controlar isso? Para vinhaça temos uma forma muito interessante. A CETESB tem um trabalho muito bom de tentar monitorar, mas tem toda uma legislação muito bem adequada. Tenho trabalhado bastante com usinas e há usinas que estão aplicando em áreas como se fosse um sacrifício. É obrigado inclusive você fazer uma previsão de onde e quando vai aplicar. Não tem como ter um fiscal atrás de todo mundo.