

TEMA 2 – DIAGNÓSTICO DO ESTADO DO SOLO NACIONAL

TARDE DO DIA 02/04/2009

MODERADOR: Rubia Kuno – Setor de toxicologia humana e saúde ambiental da CETESB

RELATOR: Júlia Alice Ferreira – Setor de Resíduos Sólidos Industriais da CETESB

Obs - O início da reunião não foi gravado.

TEMA: USO E APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES COM MICRONUTRIENTES

14:00 – 14:30 h

PROF. ALFREDO SCHEID LOPES

Universidade Federal de Lavras UFLA – MG
Indicação da ANDA
ascheidl@ufla.br

PROF. ALFREDO SCHEID LOPES–

Eu sempre gosto de começar a palestra falando sobre a Lei do Mínimo de Liebig. É uma lei que tem mais de 100 anos, ainda, não foi revogada e diz o seguinte: “a produção de uma safra é proporcional aos nutrientes que estão em menor quantidade disponível para a planta”.

Vamos observar tudo o que a planta precisa: do ar ela tira carbono, hidrogênio e oxigênio, do solo, o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, e o nitrogênio do ar, no caso das leguminosas. Estes são os macronutrientes primários e secundários.

Boro, cobalto, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco são micronutrientes e, pelo que o nome indica, são necessários em pequenas quantidades, mas a função deles é tão importante quanto a de outros nutrientes. Silício e níquel estão na pendência de entrarem oficialmente como micronutrientes.

O ponto importante é que, se faltar no solo qualquer desses nutrientes, a produção vai ser prejudicada.

A primeira coisa que eu gostaria de ressaltar é o grande esforço que tivemos no Brasil, nos últimos 40 anos, para verificar a necessidade de aplicação de micronutrientes. Para chegarmos ao estágio que estamos hoje foram quase 40 anos de pesquisa.

Como é que nós fazemos isso? A Dra. Cleide já comentou sobre o diagnóstico realizado.

Temos ferramentas para fazer a diagnose do que os solos precisam ou não precisam. Infelizmente, nem todo agricultor tem acesso a estas informações, o que não é um problema da pesquisa, mas de extensão rural para que as informações disponíveis sejam levadas até o pequeno produtor, ou agricultor de subsistência. O grande produtor busca as informações, mas o agricultor familiar e de subsistência geralmente não as usa, porque não tem quem os oriente em como utilizar tais informações.

A análise de solo é uma ferramenta básica e temos hoje no Brasil quase 300 laboratórios para a realização dessas análises. O Brasil é um dos países mais avançados do mundo em termos de diagnose, tanto para macro, como para micronutrientes. Para análise foliar, mais de 50 laboratórios estão disponíveis. Uma outra ferramenta a ser utilizada é a diagnose visual. A planta mostra quando falta macro e micronutriente e o técnico de campo pode se familiarizar e aprender a utilizá-la.

Portanto, o que temos a fazer é integrar essas três ferramentas básicas: a análise de solo, análise foliar e diagnose visual e o conhecimento do histórico da área.

O que o agricultor fez nos últimos 10 anos, depois que se começou a trabalhar no cerrado? Quanto se usou de micronutriente? Qual a taxa que utilizada por ano? Estas questões também devem ser avaliadas de forma integrada de forma integrada com os outros fatores que afetam a sua disponibilidade de micronutrientes no solo, sendo que um dos principais é o pH. A Dra. Cleide falou que a disponibilidade de micronutriente no solo depende do pH podendo indicar deficiência destes elementos ou até toxicidade do solo.

A mesma coisa acontece com os metais pesados. Se tivermos um nível de metal no solo, dependendo do PH, da cultura e da disponibilidade ou não de água, a taxa que vai para a planta e que iria para o ser humano vai ser extremamente variada e isso não é simples de ser resolvido.

Talvez, o mais importante de tudo que eu vá falar aqui é comparar essa discussão com o que se pensava a 40 anos atrás.

Quando começamos a trabalhar com micronutrientes e com fertilidade de solo no Brasil havia um projeto, que dividia os solos brasileiros em duas classes: abaixo do nível crítico e acima do nível crítico. Nós não tínhamos nada antes, já foi um grande avanço dividir em duas populações de solos: com alta probabilidade de resposta e solos com baixa probabilidade de resposta. O ponto que os separava era o nível crítico.

Vamos ver o exemplo do zinco. Abaixo de 1 miligrama/dm³ de zinco seriam solos com alta probabilidade de resposta, e acima de 1,6 baixa probabilidade de resposta.

Comparando com o que se conhece hoje, que temos quatro ou cinco classes de solo, não teríamos usado esses dados no início. Levamos muito tempo para aprimorar, para chegar a um ponto de se ter um dado de análise muito mais confiável do que tínhamos há 40 anos atrás.

Se nós tivéssemos esperado a pesquisa ter todas as informações para termos cinco classes de solo, não teríamos chegado aonde chegamos.

Não interessa memorizarmos os números, mas sim as classes de solo. Qual é a importância disso? Se eu estiver em uma classe baixa, vou usar a dose x de zinco, vamos admitir que seja 1 quilo de zinco/hectare. Se eu estiver na classe média, vou usar 2/3 ou metade dessa dose, e se eu estiver na classe alta, com maior teor, não vou usar o zinco.

Essa informação é disponível em vários boletins de recomendação, não só em termos de análise de solo, mas também em termos de análise de planta.

No caso de análise de planta, está até mais sofisticado. Eu tenho as classes: deficiente ou baixa, suficiente ou médio, que é o que se almeja, e alto e excessivo, muito alto. Nesta última classe, em alguns casos já pode haver problema de toxicidade. Essas informações existem e estão disponíveis.

E o Brasil? Como são os solos do Brasil? Lógico que temos diversidade de solo, mas um dos exemplos mais típicos é a região do Cerrado.

Os solos no Brasil não são uniformes, mas eles tem algo em comum: todos esses solos têm baixa disponibilidade natural de praticamente todos os nutrientes, com exceção de ferro.

Esse triângulo aqui foi uma área que, em 1972, viajei e coletei 518 amostras de solos superficiais. Nosso objetivo à época era saber como andavam os solos tanto em termos de macronutrientes, como em termos de micronutrientes.

Esses foram os locais de coleta de amostras. Foram 60 municípios e, em cada município, os três solos principais, de acordo com as informações que dispúnhamos à época.

Coletamos amostras de 3 kg de solo/cada e as enviamos para os Estados Unidos, um total de 1,5 tonelada de solo para fazer um primeiro grande levantamento da situação desses solos. O que tinha de suficiência e o que tinha de deficiência.

Nesse trabalho, em termos de micronutrientes, verificou-se que 95% das amostras apresentavam zinco em quantidade inferior a 1 miligrama de zinco/dm³ solo. Isto mostrou que 95% do solo do cerrado, se não houvesse adição de zinco, praticamente não haveria produtividade.

No caso do cobre, 70% dos solos eram deficientes, no manganês, 37%, e no boro, de acordo com informações do Professor Malavolta, 60% eram deficientes. Eram, portanto, solos que em termos de micronutrientes faltava quase tudo.

Gostaria de ressaltar que, até a década de 60, os solos da região do cerrado eram considerados marginais para produção agrícola. Segundo Norman Borlaug, prêmio Nobel da Paz de 1970, o que ocorreu na região do cerrado foi a maior revolução verde de produção agrícola de toda a história da humanidade. Era uma área, que chega hoje a 15 milhões de hectares, onde ninguém acreditava ser possível produzir.

Essas são as participações atuais da região, em 2006, para a produção brasileira de algodão, sorgo, carne, soja, café, arroz, milho, feijão e cana-de-açúcar.

A produção de grãos na região passou de 5,6 milhões de toneladas em 1970, para 44 milhões, em 2003. Se não fossem os micronutrientes, nós não teríamos chegado a isso.

Um diagnóstico mais recente da questão foi apresentado, hoje, pela Dra Cleide, e eu apenas fiz um resumo, ou seja, juntei as 13.416 amostras, de 21 estados, incluindo São Paulo, para estabelecer como estavam os solos com relação à faixa de teores de micronutrientes, se baixo, médio, alto e muito alto. Em 89% das amostras verificou-se que a faixa está abaixo do nível alto.

O que significa isto? Classe baixa e média juntas: 37% têm deficiência de cobre, 15% de ferro, 41% de manganês e 46% de zinco. Isso é um dado interessante. Se vocês se lembram do slide anterior, na região de cerrado 95% eram deficientes em zinco.

Feito isso, qual é a necessidade de micronutrientes? Quantos quilos são necessários para se ter uma boa produção? Em outras palavras, para uma boa produção, seja de 3,2 toneladas por hectare por safra, quanto micronutriente é necessário? Em 65 kg de fósforo, a extração de zinco é 136 gramas para produzir as mesmas 3,2 toneladas, 64 gramas de manganês, 48 gramas e 96 gramas de boro. Seria ótimo se pudéssemos aplicar isso e tivéssemos 100% de eficiência, mas isso não ocorre.

Olhe um exemplo exagerado. Para produzir 85 toneladas por hectare de cana-de-açúcar, o único micronutriente que extrai mais do que 1 kg é o manganês.

Olhe o tomate, para produzir 40 toneladas por hectare, precisa-se de mais 1 kg de zinco. Estamos falando, comparativamente, de 1 kg de zinco comparado com 294 kg de fósforo. Para vocês terem uma idéia, uma produção de 10 toneladas de milho por hectare precisa de 200 kg só de nitrogênio para chegar a 10 toneladas. É preciso deixar claro que no caso de micronutrientes estamos falando em doses, que são doses pequenas, se comparadas com os outros nutrientes.

Diagnosticado o solo e sabendo desses dados, como é que podemos corrigir o problema de deficiência? Quais são os métodos de aplicação?

Pode-se aplicar ao solo os fertilizantes minerais, fazer adubação foliar, em que se pulveriza a folha com uma solução e fazer tratamento de sementes, por exemplo, pego a semente da soja, trato com molibdênio e cobalto, gramas por hectare, e ter um resultado fantástico. Pode-se, ainda, fazer aplicação via raiz de mudas ou via toletes, no caso da cana, fertirrigação, bem existem várias opções;

Vamos ver alguns resultados rápidos comparativos para isso. Eu gosto desse trabalho porque ele compara pelo menos quatro métodos de aplicação, no caso o zinco, na cultura do milho.

Isso aqui é a produtividade do milho sem aplicar nada de micronutrientes, 4,5 toneladas por hectare. Esse pesquisado aplicou no primeiro ano 400 gramas de zinco, 1.200 gramas, 3600 gramas e 7.200 gramas na forma de sulfato de zinco solúvel em água, mas aplicado no solo.

O que esse dado já me mostra? Eu não preciso aplicar 7,2 kg para chegar ao máximo econômico de resposta. Se eu aplicar 400 gramas, eu ainda estou longe da produtividade máxima econômica e sustentável.

Esse aqui, isso é aplicado na área total, se eu aplicar no sulco de plantio, também me dá bom resultado. Se eu quiser, posso aplicar 800 gramas, só que no tratamento, ao invés de ser na forma de sulfato de zinco, tem que ser na forma de óxido. Também dá bom resultado.

Eu também posso fazer o seguinte: posso pegar uma solução via foliar a 1% e fazer a pulverização na 3ª e 5ª semanas ou na 3ª, 5ª e 7ª semanas. Tem-se, portanto, várias alternativas.

Com o agricultor orientado, se um método economicamente viável me responder à aplicação de uma solução de 1%, por que não aplicar? Então há varias opções.

Esse aqui com cobre é um outro exemplo. Eu posso aplicar a lanço na área total, posso aplicar no sulco, na semente ou via foliar.

Aqui há um aspecto extremamente interessante. Isso aqui é o dado do terceiro ano. Isso significa que doses a lanço, 400 gramas, 1200 gramas, 2400 gramas e 4800 gramas, foram aplicadas no primeiro ano e não foram mais aplicadas. Significa que, dependendo da dose, eu tenho um efeito residual que dá disponibilidade para planta em três, quatro ou cinco anos.

O agrônomo tem que conhecer essas alternativas para chegar dentro da melhor solução técnica e econômica, e da menor possibilidade de causar danos ambientais.

No exemplo do uso de molibdênio na soja, 500 gramas a lanço deu 56% a mais das que não receberam molibdênio, 500 gramas no sulco, deu 69% a mais. As 80 gramas de aplicação por via foliar deu ótimo resultado e apenas 9 gramas de molibdênio, via tratamento de semente, deu o melhor resultado. Essa é a razão de que hoje, na soja, para todo agricultor que se preza, a melhor solução para ele fornecer molibdênio e cobalto é via tratamento de semente.

Ele não vai precisar colocar 500 gramas de molibdênio se o tratamento simples de semente antes de plantar dá um resultado tão bom quanto 500 gramas via solo. Não necessariamente, você precisa ter um sulfato de zinco puro super trabalhado para se ter resultado.

Esse aqui está comparando o óxido de zinco com o sulfato de zinco, isso é gramas por cova na cultura do café, em que sem zinco produziu 22,8 sacas por hectare. Com apenas 5 gramas de óxido de zinco, 39 sacas por hectare, e, com sulfato, 45 sacas por hectare. Possivelmente, em termos de retorno econômico, não fiz os cálculos, mas talvez fosse mais interessante do que aplicar o sulfato de zinco.

A região mais carente do Brasil em micronutrientes é a região do cerrado. Essa é a recomendação que fazemos para a região, para a grande maioria das culturas, quando quero construir a fertilidade desse solo em termos de micronutrientes.

Os solos têm baixos teores e eu quero construir a fertilidade para permitir que haja boa resposta. Para se chegar nisso foram 10 anos de pesquisa de campo, que, simplificada, chegamos ao seguinte: se eu aplicar 2 kg de boro, 2kg de cobre, 6 kg de manganês, 400 gramas de molibdênio e 6 kg de zinco, esse solo estaria corrigido para todos esses micronutrientes.

Outra alternativa, se não se quer aplicar isso de uma vez é aplicar 1/3 dessas doses por ano na linha. Nas duas alternativas tem efeito residual por quatro a cinco anos. Isto significa que aplico uma vez, construo a fertilidade e depois posso, através do acompanhamento da análise, passar quatro a cinco anos sem precisar aplicar.

Isso seria para o nível baixo, se o solo é nível médio, o que eu faço? Eu aplico 1/4 dessa dose. Se ele estiver em um nível alto, não faço nenhuma aplicação. O resumo é o seguinte: nós temos tecnologia e orientação técnica, mas, infelizmente, para um grande número de agricultores essa informação não chega.

Como foi o consumo nos últimos anos no Brasil? Esse aqui é um resumo que dá a seguinte idéia: a produção de grãos passou de 50 milhões para 125 milhões, entre 1990 e 2004, um aumento de 2,1 vezes.

O consumo de fertilizantes NPK passou de 8 para 22 milhões de toneladas. Isso é nitrogênio, fósforo e potássio, um aumento de 2,7 vezes.

A área plantada passou de 37 para 45 vezes, um aumento de 1,22 vezes.

O consumo de micronutriente passou de 30 mil toneladas para 400 mil toneladas. Qual é uma das razões disso aqui? Foi exatamente a evolução que ocorreu de uso de solos arenosos, principalmente na região do cerrado, da melhoria da diagnose, que nós começamos a ter maior número de agricultores utilizando. Só que, a partir de 2004 está se verificando uma tendência de redução no nível de consumo de zinco, manganês, cobre e boro.

Acredito que isso tenha sido em função de mais agricultores estarem utilizando as tecnologias de diagnose, já disponíveis, para só aplicar quando realmente há necessidade. Isso eu diria que está sendo uma tendência.

Para encerrar, gostaria de mostrar dois slides.

Esse aqui é um trabalho da Organização Mundial da Saúde, que dava os dez principais fatores de risco de levar doenças aos países em desenvolvimento. Peso abaixo do recomendado, sexo

inseguro, água de má qualidade, fumantes dentro de ambiente fechado, deficiência de zinco, deficiência de ferro, depois, deficiência de vitamina A, pressão sanguínea, fumo e colesterol. Dentre os dez principais fatores, a deficiência de zinco e de ferro são responsáveis por 3,2% e 3,1% desses problemas.

Esse outro é um trabalho do Conselho de Copenhague, em 2004. Eles chegaram à conclusão de que os quatro maiores desafios mundiais eram o controle da AIDS, fornecimento de micronutrientes, ferro, zinco, etc, à população humana, a liberação do comércio e o controle da malária.

Infelizmente não vou poder participar do debate, mas a expectativa que eu tenho desse encontro é que haja um grande esforço para se chegar a um ponto de equilíbrio.

Eu diria que, apesar de estamos hoje, no início de estabelecimento de critérios para interpretar elementos tóxicos e metais pesados, em matérias primas, é importante que façamos um esforço para implementar alguma coisa.

Se ficarmos esperando o ótimo, dificilmente teremos um início de números, que, mesmo que não sejam dez, numa escala de zero a dez, se estiver entre sete e oito, como ponto de partida, já seria um tremendo avanço.

Com os números atuais, mesmo não sendo perfeitos, acho que teremos condições de oferecer garantias para o produtor muito mais próximas de um número que, em futuro próximo, poderá ser melhorado.

Essa é a expectativa que eu tenho e acredito que possa, sim, chegar a um divisor comum. Muito obrigado pela atenção.

SRA. RUBIA KUNO –

Queria agradecer o Professor Alfredo. Muito obrigada.

É uma pena que ele não vai poder ficar para a Mesa de debates.

Vamos passar para o tema de Avaliação do Risco Toxicológico.

Houve uma inversão de palestrantes. Primeiro teremos a apresentação do Professor Giuliano Marchi, que é pesquisador de cerrados da Embrapa. Ele é doutor em solos e nutrição de plantas e trabalha na área de química dos solos.

Por favor, Professor Giuliano.

TEMA: AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO

14:30 – 15:00 h

PROF. GUILIANO MARCHI

Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Cerrados

Indicação ANDA

Guiliano.marchi@cpac.embrapa.br

PROF. GUILIANO MARCHI –

Eu gostaria de iniciar agradecendo ao convite.

É uma honra apresentar nesse evento, principalmente após o Professor Alfredo, que é um ícone da fertilidade de solo no Brasil.

Essa palestra foi preparada por mim, Giuliano Marchi, e pelo Professor Luís Roberto, da Universidade Federal de Lavras.

O tema é a análise de risco toxicológico. Montei uma introdução, definições, conceitos e alguns princípios gerais para dar um embasamento e chegarmos ao nosso trabalho, que seria a resposta à pergunta: será que os fertilizantes são seguros em relação aos metais pesados? Para isso, utilizaremos uma ferramenta, que é a análise de risco.

O que é a análise de risco? Nós fazemos a análise de risco no dia-a-dia.

As discussões, tudo o que fazemos, comentamos, as atitudes que tomamos são baseadas em uma análise de risco.

Às vezes não percebemos, mas sempre estamos avaliando o risco. Peguei essa imagem na Internet, é uma imagem meio engraçada.

Será que a pessoa fez alguma análise de risco para entrar debaixo desse caminhão. A piada da Internet é: claro que ele fez, senão ele não teria colocado esse segundo apoio. Essa é uma piada para descontrair.

Passamos no dia-a-dia por riscos voluntários e riscos involuntários.

Os voluntários seriam dirigir um carro, uma motocicleta, fumar, beber, coisas do dia a dia. Os involuntários são coisas associadas que não têm o nosso consentimento, que não é do nosso conhecimento. Por exemplo, raios, relâmpagos, um vulcão, um acidente, são coisas que não são previstas, que não são do nosso conhecimento. Até de um raio, o homem conseguiu se defender.

Em torno de 1700, Benjamin Franklin inventou o para-raio e o homem conseguiu se defender. Então, até para o raio existe uma defesa. Dentro dos riscos involuntários, existem também os contaminantes ambientais, que seriam a poluição do ar, da água que tomamos, alimentos que ingerimos e póis que pode cair na nossa pele ou que podemos respirar.

Estamos preocupados, neste caso, com a saúde humana e com essas contaminações ambientais. Para isso, temos que estabelecer uma base regulatória, baseada cientificamente, para que sejamos protegidos. Só que são tantas coisas de que precisamos nos defender, que não conseguimos. São milhares de substâncias no ar, na água. Como fazemos, então?

Primeiro temos que estabelecer prioridades. O que é mais importante dentro desses perigos, agentes químicos, físicos ou biológicos?

No caso dos Estados Unidos, eles têm uma lista de cerca de 240 substâncias perigosas e há uma escala, uma classificação da mais perigosa para a menos perigosa. Claro que todas são perigosas, mas o arsênio, por exemplo, é o mais perigoso. Nós podemos ver aqui, em primeiro lugar, o arsênio, chumbo e mercúrio, classificados como os mais perigosos. Depois, em sétimo lugar, está o cádmio, outro metal pesado, também perigoso, e o cromo hexavalente, em décimo oitavo lugar. Há outros que não aparecem na lista, mas existem. Um caso curioso. Em oitavo lugar estão os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos.

Vi há alguns anos atrás o porquê as mulheres chinesas apresentavam mais câncer de pulmão do que as japonesas ou as européias. O estudo dizia que elas cozinhavam e ambiente mais fechado, a comida gerava mais fumaça, mais hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, e gerava uma taxa maior de câncer nessas mulheres do que nas japonesas e européias. O risco que elas corriam era um pouco maior porque a concentração no ar era maior.

Nesse caso, o que eu queria mostrar, são sítios super poluídos nos Estados Unidos. Cada ponto deste é um sítio, são cerca de 1.300 sítios poluídos por substâncias tóxicas perigosas e que têm que haver um afastamento da população. A população não pode viver nesses lugares. Cada sítio deste tem um histórico, mostra o que é, o que está acontecendo lá.

Nesse caso, peguei um em Riverside, que é a Larc Hard Crome. Essa firma foi fechada em 1985. Eu li a história e o que ele tem? Ele tem contaminado a água subterrânea com cromo, a água superficial com cádmio, cromo.

No Brasil, há alguma coisa parecida? Sim, essa é uma comunicação de risco. No Brasil existe, esses pontos vermelhos são todas áreas prioritárias para saneamento ambiental. São 703 pontos no Brasil.

Vamos passar para algumas definições e conceitos sobre a análise de risco. Esse esquema é mais para mostrar que já existe uma terminologia e certo esquema para se fazer uma análise de risco.

Começa-se com a avaliação do perigo, depois passamos para avaliação do risco. Dentro da análise de risco, há a avaliação de risco, a gerência do risco e, no final, a comunicação, que é aquilo que vimos.

Algumas definições. O que é perigo e risco? As pessoas confundem esses termos, acham que é a mesma coisa, mas o perigo é uma propriedade desses agentes químicos, físicos e biológicos. Risco é uma probabilidade.

Para dar um exemplo, eu paro meu carro em um estacionamento fechado, por quê? Sabemos que existem ladrões que roubam carro. O perigo é o ladrão, ele rouba carro. Se eu coloco o

carro no estacionamento, eu diminuo a exposição. Se você para fora do estacionamento, você está exposto. Quanto mais ladrão, mais perigo, e o risco é a probabilidade de ele ser roubado. Com o perigo mais a exposição, você tem a probabilidade, que é o risco.

Algumas outras definições: Dose de referência - é uma estimativa para a exposição diária e um valor para o qual não se tem efeitos adversos. Estes valores são definidos com base em testes com animais, e aqui tive a sorte de encontrar na Internet um teste com humanos para a agência de proteção ambiental dos Estados Unidos de cromo hexavalente. Não sei se dá para ver bem, nesse ponto aqui já há alguma alergia na pele da pessoa.

Agora, vamos confrontar o perigo de exposição, que é risco versus a dose de referência. Temos perigo pequeno, médio e grande, e uma exposição também pequena média e grande. Temos na interseção, o risco e a dose de referência, que pode ser uma concentração de referência, dependendo se é a água, ou se é o ar por m³. No caso de um perigo pequeno, uma exposição pequena e dose de referência abaixo da concentração de referência, não temos problemas para a saúde, em temos efeitos adversos.

Um perigo maior é na exposição maior, quando teremos uma margem de exposição onde efeitos adversos podem ocorrer.

Imaginem um perigo grande e uma exposição pequena, há a dose de referencia, mas ainda aparece um pedacinho roxo e, ao longo do tempo, pode-se ter algum efeito adverso porque é um pouquinho maior que a dose de referência. Um perigo pequeno e uma exposição elevada também, ao longo do tempo, pode haver problema de saúde.

Os princípios gerais para melhor elucidar essa parte estão no extremo esquerdo de um valor de referência, também chamado de *background*, que são teores normais em solos. Esse quadro foi feito pela EPA para estudos de áreas residências, mas dá para ilustrar bem o que queremos.

Se houver uma concentração elevada de contaminantes, você não vai querer criar um sítio de casas com pessoas morando lá porque elas vão ficar doentes. Tem-se, entre as concentrações elevadas e o valor de referência, um valor de intervenção, que é o que já foi falado aqui. É a dose a partir da qual você tem um efeito adverso, mas abaixo dela você não tem.

Porém temos incertezas, porque a dose é em animal. Será que o animal é mais tolerante que o humano? Não sabemos, há várias substâncias que não sabemos, por isso existem testes feitos também em humanos.

Para tirar essas dúvidas, essa incerteza, há o valor orientador, que é um pouco mais seguro que o valor de intervenção. Teríamos entre o valor orientador e a dose de referência, o nível que você não precisa se preocupar. Em seguida, um nível, a partir do valor da dose de referência, que você precisa fazer uma análise específica no sítio para saber se há ou não problema.

Além do valor de intervenção, precisa-se fazer uma limpeza na área, tentar fechar, impedir a exposição das pessoas e, se possível, limpar. Claro que os Estados Unidos têm bilhões de dólares para fazer isso. Eles gastam, pelo que consta da Internet, coisa de U\$ 30 bilhões em um ano. No Brasil, talvez não haja todo esse recurso para fazer a limpeza naqueles sítios.

Na avaliação de riscos, temos algumas rotas principais de exposição: a rota ocupacional, a de bens de consumo, e a que estamos interessados, a ambiental. Há a exposição pelo ar, pelas águas e pelo solo, que é sobre isso que falaremos, sobre metais e fertilizantes ligados à exposição ao solo. As rotas principais são a ingestão direta de solo, a ingestão de alimentos produzidos nesse solo e o contato dérmico do solo na pele, nas áreas expostas.

Como exemplo, publicamos esse material, que é uma tradução e adaptação dos termos de um estudo feito pelo The Fertilizer Institute, TFI. Ele traz métodos consistentes baseados em ciência, cenários representativos protetores da saúde humana. Ele não é só uma tradução, ele tem um estudo de caso voltado para o Brasil.

Para o estudo o The Fertilizer Institute, adotou como metodologia um cálculo de risco inverso, que gera uma concentração baseada em risco. Podemos falar daqui para frente RBC, essa RBC seria baseada em nossa dose de referência, ou seja, acima da contração x de metais no fertilizante, ele precisa de um estudo mais cuidadoso, abaixo da RBC é seguro.

Essa metodologia foi dividida em três passos. Delimitar o escopo, que seriam os maiores riscos possíveis, deduzir a concentração baseada em risco para cada metal e comparar as RBC com as análises de fertilizantes para saber se o fertilizante tem concentrações mais altas ou mais baixas que a RBC, para sabermos se é seguro ou não.

O Brasil seguiu o mesmo escopo do TFI, porém, os cálculos foram feitos usando os dados do Brasil. Foram comparadas as RBC do Brasil com o estudo do TFI. As RBC foram calculadas com os dados de fertilizantes fornecidos pela indústria e dados de literatura.

Comparamos a RBC com os valores da Instrução Normativa número 27, do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que dispõe sobre limites de concentração de metais em fertilizantes.

No estudo do TFI, tivemos duas categorias, os fertilizantes fosfatados e os micronutrientes. Foram avaliados doze metais e contabilizados, também, os residentes rurais, incluindo adultos e crianças porque era a população que tinha maior exposição aos metais e aos fertilizantes. Foram contabilizados três rotas, que já comentamos, ingestão de solo, contato do solo com a pele e ingestão de produtos agrícolas. Os cenários foram com grupos de culturas, ou seja, raízes, mandioca, batata, etc, tudo que está embaixo do solo e grãos, milho, soja, que estão acima do solo ou folhosas, alface, repolho, que estão junto ao solo.

Não é preciso se assustar com a matemática, eu só vou mostrar rapidamente e apontar os pontos importantes dessas fórmulas. A RBC, que a gente quer, é a concentração baseada em risco. Abaixo dela pode ser considerada segura. Há um limite, que é de 1 miligrama por kg, por dia, a taxa de aplicação do fertilizante e fatores que determinam quanto desse metal pode entrar no nosso organismo.

Para exemplificar melhor, em uma avaliação clássica de risco, nós temos o limite, que, se for um metal não-cancerígeno, é baseado em uma dose de referência. Nós contrastamos o limite com uma dose que é variável.

Como queremos saber, dentro dessa dose, qual é a concentração que é segura, podemos dizer que a dose tem que ser igual ao limite. O que for acima dessa dose pode levar a um efeito adverso, o que for abaixo não vai levar a um efeito adverso.

Podemos subdividir a dose em quantidades de metal no solo X os fatores que determinam a entrada do metal no organismo. A quantidade, nós podemos subdividir em taxa de aplicação do fertilizante, a concentração de cada metal nos fertilizantes e acumulação no solo desses fertilizantes, quanto maior acumulação, maior a chance de se ter exposição a esses metais. No fim, a dose é igual a tudo isso: taxa, concentração, acumulação e fatores.

Passando na nossa equação sobre o limite, é igual a 1, e no que estamos interessados?

Concentração. Essa concentração é a concentração baseada em risco. Passamos para o numerador e temos a concentração baseada em risco, que é igual ao limite sobre a taxa de aplicação, acumulação e fatores.

No caso do Brasil, a taxa de aplicação de fertilizantes fosfatados em vegetais, raízes e grãos adotada é 6 kg por hectare a cada três anos, pois o professor Alfredo já explicou de antemão que os micronutrientes, que tem um efeito residual. O fator de acumulação de metais no solo, que contabilizamos para todos os metais, exceto para o molibdênio, selênio e vanádio.

A quantidade de chuva também influencia na acumulação do metal no solo. A massa corporal e ingestão de alimentos foram dados do IBGE e o fator de absorção pelas plantas foram dados da literatura. Conseguimos dados para cobre, mercúrio, níquel chumbo, zinco. Nós não pudemos aproveitar os outros dados da literatura nacional, então utilizamos dados do TFI.

No caso do Brasil, a toxicidade foi a mesma do estudo do TFI porque são estudos ligados à toxicidade humana, que são os mesmos problemas que sofremos no Brasil, com exceção do chumbo, que usamos dados da Organização Mundial da Saúde e era um valor mais protetor.

No caso do Brasil, temos esses valores de concentrações baseadas em risco para cada 1% de P₂O₅ e para cada 1% de zinco. No caso dos fertilizantes fosfatados, para arsênio, cádmio, mercúrio e zinco, as RBC, concentrações baseadas em risco, para o Brasil foram mais restritivas do que nos Estados Unidos. Isto porque, o coeficiente de partição do metal, que é o K_d, do solo para a água era maior no Brasil, gerando maior acumulação no solo e portanto, há

um maior risco de transferência para a planta, que pode ser comida, para contato da pele e ingestão acidental do solo.

Para o zinco, além do Kd, também há o fator de absorção pelas plantas. Há uma maior transferência para a planta e aumenta um pouco a chance de se ter mais metal na planta do que nos Estados Unidos.

Para micronutrientes, foram bem menos restritivos do que o TFI porque a dose de zinco, como é baseada em zinco, foi cerca de 5,5 vezes menor do que nos Estados Unidos.

Os resultados das análises com fertilizantes são maiores do que as RBS, ou não? Nós encontramos na literatura um excedente RBC para cádmio, um fertilizante 4-14-8, e nenhum para os outros estudados em 111 amostras de fertilizantes.

Para micronutrientes, foram dois excedentes para cobre em 28 amostras analisadas.

Isso não significa que esses fertilizantes estejam contaminados com cádmio ou cobre. Significa que para esses casos, precisaríamos fazer uma análise mais específica do uso desses fertilizantes. Abaixo do valor da RBC para todos os outros fertilizantes, não teremos problemas nenhum.

Comparando a concentração baseada em risco com a Instrução Normativa 27, com a legislação, para todos para fertilizantes fosfatados, a RBC calculada está em verde e a Instrução normativa em amarelo, foi superior à Instrução Normativa, significa que a Instrução Normativa é mais protetora da saúde do que os valores que calculamos.

O propósito desse trabalho foi sugerir limites para orientação, fins reguladores sobre o uso de fertilizantes no Brasil. Os dados que levantamos indicam que esses metais nos fertilizantes, a priori, não causam efeitos adversos à saúde no Brasil e sugerem que limites equivalentes às RBS, estabelecidos pela legislação, são seguros.

Nós temos três projetos em andamento, que visam à criação de um software para o cálculo dessas RBC e o levantamento de dados específicos fertilizantes, para essa base de dados.

Para finalizar, agradeço a todos. Muito obrigado.

SRA. RUBIA KUNO –

Muito obrigada, professor Giuliano. Parabéns pela palestra.

O próximo palestrante é o Professor Bernardino Ribeiro de Figueiredo. Ele possui graduação em Geologia, na Universidade de Sala, na Suécia, e doutorado na mesma universidade. Atualmente, ele é Professor Titular da Universidade Estadual de Campinas, tem experiência na área de geociências, com ênfase em geoquímica, atuando, principalmente, nos temas geoquímica ambiental, geologia médica, arsênio, chumbo e flúor.

Faz parte das comissões internacionais *Geoscience for Environmental Management* e da *International Medical Geology Association*.

15:00 – 15:30h – Prof. Bernardino Ribeiro de Figueiredo

Professor livre Docente (UNICAMP 1997) Departamento de Geologia e Recursos Naturais – Instituto de Geociências UNICAMP

Indicação MPE

berna@ige.unicamp.br

PROF. BERNARDINO RIBEIRO DE FIGUEIREDO–

Boa tarde.

Inicialmente gostaria de agradecer e parabenizar os organizadores. Nesta reunião, a minha participação está sendo extremamente gratificante, embora, eu perceba que, provavelmente, sairei daqui com mais perguntas do que respostas, mas é assim que o debate progride.

Também queria mencionar que, por decisão da Assembléia das Nações Unidas de 2005, neste triênio de 2007 a 2009 está sendo celebrado o Ano Internacional do Planeta Terra, que tem como mote as ciências da terra para a sociedade. Os dirigentes dessas atividades de pesquisa elegeram dez temas fundamentais da humanidade em que a geociências pode dar a sua

contribuição e solos foi um destes temas. A geologia médica tem recebido muita ênfase nos últimos anos e também foi incluída nessa lista dez temas fundamentais do ano internacional.

A geologia médica é essa área de pesquisa que se ocupa em desvendar as prováveis influências de fatores geológicos e ambientais na qualidade da saúde humana e dos demais seres vivos.

No século passado, o termo mais utilizado era geomedicina, que é, na verdade, buscar essa relação espacial, geográfica, entre a saúde das populações e anormalidades produzidas por excessos ou deficiências de elementos químicos em determinadas áreas.

Em 2004, foi criada a *International Medical Geology Association*, da qual eu sou conselheiro, e o site onde se reúne todo o material, os letters, os cursos, está sediado no Serviço Geológico da Suécia é este, que eu convido as pessoas interessadas a visitar.

A geologia médica se ocupa, segundo a opinião de muitos autores, da exposição ao excesso ou deficiência de elementos químicos. Como exemplo tem-se a inalação de poeiras minerais, que pode ter origem natural, vulcânica, desertos ou antrópicas, a exposição a compostos orgânicos, radionuclídeos, micróbios, etc.

Uma coisa muito importante é que a geologia médica não se ocupa apenas dos aspectos adversos, mas também dos efeitos benéficos que podem advir do uso na indústria de cosméticos, farmacêuticas, de determinados minerais, como areias vulcânicas, pedras, águas termais, lamas mas, hoje, os exemplos que eu vou dar aqui estão mais para notícia ruim.

Nos próximos três slides eu vou mostrar muito rapidamente, que o plano de fundo desse nosso debate acontece agora, em 2009. Para muitos autores vivemos em uma sociedade de risco pela manipulação crescente de materiais, cada vez mais novos materiais são produzidos, com problemas sociais associados.

Além de riscos, também incertezas de grandes surpresas como, por exemplo, a população de Manhattan sujeita a exposição de poeira que precisou ser pesquisada, qual era a sua composição, para prevenir danos e orientar seguros. E a população de São Paulo, principalmente a do interior, que está exposta vários meses por ano, todos os anos, a esses particulados originados das queimadas, porque queimada não é só na Amazônia, vocês sabem.

Aqui, a lista que foi mostrada pelo colega Giuliano. Os dados dele são de 2007, mas essa lista de 2003 mantém os três elementos considerados internacionalmente mais perigosos, que são o arsênio, chumbo e mercúrio.

Das 20 substâncias mais perigosas, temos 6 metais. O cádmio entra na sétima posição e cromo entra na décima sétima posição. Ele mostrou anteriormente a tabela de 2007 e vocês vêm que se mantém essas mesmas posição anos após ano, eu também consultei a tabela de 2005. Vou dar uma palavrinha sobre cada um daqueles *bad boys* que estão ali em cima.

As ameaças conhecidas relacionadas ao arsênio e representadas nesse mapa, no caso da América do Sul, são maiores no Chile e na região central da Argentina. Estão basicamente associadas ao consumo de água subterrânea por populações. As grandes tragédias de contaminação e intoxicação por arsênio se devem a contaminação e, em grande parte, essa contaminação de água subterrânea é resultado de um fenômeno natural, não foi uma contaminação. São contatos com rochas ricas em arsênio que levam a essa situação.

O caso mais dramático foi noticiado em 1998, ocorreu em Bangladesh, onde o Serviço Geológico Britânico, BGS, demonstrou que mais de 21 milhões de pessoas estavam expostas a um consumo de água com mais de 50 microgramas de arsênio por litro, quando o limite de portabilidade da Organização Mundial da Saúde era de 10 microgramas por litro. Isso foi uma intoxicação crônica ao longo de 20 anos de consumo água de poço, porque a água superficial estava muito comprometida pelo problema de esgoto.

O que se tem são queratoses hiperqueratoses, que atacam com essas bolhas nas palmas das mãos e nas solas dos pés, mas que também pode se apresentar ao longo do corpo e podem evoluir para o câncer de pele.

A partir de 1998, um número enorme de pesquisa foi feita sobre o arsênio, não tanto no Brasil, mas em muitos países. Hoje, a contaminação de arsênio está associada a outros tipos de câncer. Não apenas ao câncer, mas também outras disfunções em vários órgãos humanos.

No período de 2002 a 2005, várias instituições se uniram, nós da Unicamp, da Faculdade de Ciências Médicas, do Instituto de Geociências, pesquisadores do Instituto Adolfo Lutz, geólogos do Serviço Geológico do Brasil, de São Paulo, com financiamento da Fapesp, fizemos um trabalho de levantamento geoquímico o Vale do Ribeira, que compreende o estado de São Paulo e Paraná. Nós queríamos também fazer uma avaliação da exposição da população para chumbo arsênio.

Dividimos a bacia do Vale do Ribeira em 187 sub-bacias, imaginado que cada sub-bacia, se você tirasse uma amostra de sedimento, estaria representando uma mistura de solos e rochas erodidas daquela sub-bacia. Este valor de uma análise química que eu fizesse desta amostra de sedimento, eu poderia atribuir à sub-bacia.

Tomamos a média de mais ou menos 2 desvios-padrão como background, de tal maneira que, no azul, pudéssemos representar aqueles solos que apresentaram deficiência em determinado metal. Em vermelho seriam as muito ricas, em laranja, as enriquecidas, e as muito ricas, em vermelho.

O que se observou aqui, arsênio na fração menor que 180 micrômetros, é o seguinte: como houve uma mineração de chumbo muito intensa no Vale do Ribeira, e esse minério é rico em arsênio, e isso já foi demonstrado pela CETESB desde o final década de 70, há contaminação por chumbo e, em vários lugares, também por arsênio, ao longo de toda a bacia, o que se nota é que alguns valores mais elevados realmente coincidiram com a zona de mineração. No entanto, algo que já era conhecido por alguns geólogos, apareceu uma faixa de concentrações mais elevadas, uma faixa de direção nordeste, onde nunca houve mineração, ou seja, nenhuma atividade industrial. São solos naturalmente enriquecidos por arsênio.

Isso revela um dos aspectos da geologia médica, que é o de não apenas se debruçar no estudo de áreas contaminadas, mas também descobrir anormalidades de origem natural que são desconhecidas, às quais as pessoas estão expostas sem saber. Daí, a importância de levantamentos geoquímicos, como vou tentar demonstrar mais adiante.

Utilizamos a primeira urina da manhã como bioindicador e analisamos para arsênio. O que nós observamos foi que, em vários municípios, em várias comunidades, essas medianas revelaram valores não elevados de exposição ao arsênio, embora alguns valores máximos superassem o limite de 40, acima do qual você já começa a ter preocupações com relação à atenção à saúde das pessoas. Este valor foi o mais elevado no Alto Vale no distrito do Petar, Iporanga, onde houve uma atividade de mineração, de minério rico em arsênio. Essas duas populações, Castelhanos e São Pedro, também apresentaram essas máximas concentrações no médio Vale do Ribeira, porém estão longe da área de mineração. Elas estão morando perto da anomalia natural de arsênio.

Isso já foi mostrado ontem, que nós temos os elementos essenciais e temos também que nos preocupar que eles podem causar efeitos adversos por deficiência e também por excesso. Dentro de uma faixa de normalidade, eles são benéficos e essenciais para o metabolismo humano, mas existem alguns elementos que, embora existam limites de potabilidade, sabemos que eles não cumprem nenhum papel no metabolismo e, portanto, não são necessários em nenhuma concentração.

É o caso do arsênio, do chumbo, que os limites foram estabelecidos mais por questões econômicas e políticas. O arsênio se coloca de maneira que 10 microgramas por litro de arsênio em água é estabelecido como limite de potabilidade, mas 5 microgramas não vai fazer bem, nem 2 microgramas vai fazer bem, ou seja, nenhuma concentração. É também o caso do chumbo em solo.

O chumbo é um dos metais mais perigosos. Felizmente, 50% do consumo mundial já provém de reciclagem, mas muito chumbo é explorado das minas e é disperso em vários usos, como baterias, tintas, ligas, soldas, pesticidas. Os efeitos são vários e, como metal pesado, ataca de maneira grave o sistema nervoso central, principalmente em crianças, produzindo retardamento mental. As crianças ficam muito inquietas, os pais reconhecem esses sintomas, assim como os médicos, e começam a repetir o ano e, realmente, pode se transformar em um problema de saúde pública de grandes dimensões, se o problema é bastante espalhado.

No Vale do Ribeira, sabíamos que tínhamos vários municípios que são mineiros, todas as minas foram fechadas em 1995 por sedimentos contaminados. No passado, episodicamente, as águas também apresentavam concentrações altas de chumbo. Nós fizemos para o chumbo, a mesma coisa que fizemos para o arsênio e vários outros elementos. Percebemos o seguinte: de fato, as concentrações mais altas, em marrom e vermelho, mostram que toda a Bacia do Ribeira apresenta sedimentos com altas concentrações de chumbo. Porém, notando claramente que altas concentrações já se observam no médio Vale do Ribeira, como se o rio já estivesse levando o chumbo lançado nas drenagens em direção ao estuário, que é outra condição de PH. Consideramos várias comunidades, em vários municípios, para fazer coleta de sangue, utilizando o sangue como biomarcador, analisar chumbo no sangue de crianças de 7 a 14 anos e adultos. Consideramos Cerro Azul como a população que seria a nossa referência porque, como está longe da mineração, rio acima da mineração, consideramos a hipótese de que ela poderia não estar exposta aos efeitos da mineração.

Consideramos Cerro Azul como um grupo de referência e o que obtivemos, de fato, foi uma mediana para adultos e crianças de aproximadamente 2 microgramas de chumbo por decilitro de sangue.

Todos os outros municípios mineiros têm, pelo menos, o dobro do nosso grupo de referência. No entanto, duas comunidades, Vila Mota e Capelinha, apresentaram 5 vezes mais concentração em sangue do que o nosso grupo de referência, tanto de crianças, como em adultos.

O que se considera é que acima de 10 microgramas por decilitro já se começa a ficar alerta, é preciso acompanhar. O que aconteceu nessas duas comunidades foi que 60% das amostras foram superiores a 10, e 13% foram superiores a 20. Esse nível superior a 20 microgramas por decilitro de sangue já impõe, segundo estudo de agências internacionais, intervenção médica e assistência nutricional. Foi isso que aconteceu, por exemplo, com a família desse garoto, que, entre os anos de 2001 a 2003 sua família recebeu a assistência da Secretaria de Saúde do Paraná, uma vez revelados os resultados naquela época. Nessa localidade de Vila Mota se aprofundou os estudos em termos de água, sedimentos, solo, alimento.

Aqui está a Plumbo. Ela funcionou de 1945 a 1995, e tiramos amostra de solo até uma profundidade de 30 cm a diferentes distâncias da Plumbo, tanto antes, quanto depois, e observamos que as concentrações de chumbo no solo iam aumentando em direção à Plumbo, comprovando que era a fonte. O modelo conceitual que nós usamos foi o de que por essa chaminé, durante 50 anos, saiu bastantes particulados de chumbo e que essa empresa foi responsável pelo envenenamento dos solos em um raio de 1km a 2km, solos esses habitados por essas famílias.

Essas famílias vivem em ruas não pavimentadas. O Professor Eduardo Capitani coletou pessoalmente amostras de poeira no interior das casas, nas camas, nas estantes, no teto, e também apresentaram altíssimas concentrações de chumbo nas poeiras nas casas. Analisamos também a água e apresentou baixíssimas concentrações de chumbo. As medianas para meninos eram maiores do que as medianas de chumbo em sangue para as garotas. Meninos estão mais sujeitos a brincar fora de casa. Tudo isso nos levou à idéia de que o solo e a poeira eram as principais vias de exposição desse grupo.

Em 2005, voltamos e recolhemos amostras de alimentos das hortas. Recolhemos alimentos e, nesses mesmos lugares das hortas que estão usando esses solos, também fizemos coleta de amostras de solo composta, ou seja, andando em volta e coletando solo. Posso mostrar para vocês, em Vila Mota, com exceção de milho e leite, os ovos de galinha, os legumes, como mandioca, verduras, como o alface, todos os demais alimentos apresentaram valores superiores aos estabelecidos pelo Ministério da Saúde para essa categoria de alimentos.

Nos solos, você pode encontrar até 2.000 partes por milhão. Para esse pH, esses limites são estabelecidos por essas portarias do Ministério da Saúde. Se você pegar, como é esperado, a mesma planta, o mesmo alimento, no caso a mandioca, e o mesmo solo, você vai ver que quanto maior a quantidade de chumbo no solo, maior é a quantidade de chumbo que se encontra nesse alimento. Você pode pegar do IBGE dados sobre a dieta média do brasileiro,

saber quanto a mandioca contribui nessa dieta e, com essas concentrações, fazer cálculo de dose e fazer uma avaliação de risco.

A conclusão é que essa população está exposta aos solos, às poeiras, aos alimentos porque é uma população pobre, que é semeado em suas próprias hortas contaminadas.

O caso de Adrianópolis foi considerado grave. Aqui tenho outros casos, como o caso de Bauru, mas mais grave, só para mencionar, foi o de Santo Amaro da Purificação, onde o chumbo foi espalhado por toda a cidade de Santo Amaro. Comparando, nós percebemos que há uma certa relação de níveis de chumbo em sangue com quantidade de chumbo em solo.

O que eu gostaria de falar em seguida é sobre a questão da prevenção a doenças e a economia de recursos que a sociedade pode fazer no setor da saúde, lançando mão de uma ferramenta da geoquímica, que é o mapeamento geoquímico de baixa densidade. O geólogo tem a mania de tirar várias amostras e os projetos se tornam muito caros.

No final da década passada, início desta, existiram exemplos como esse, no norte da Europa, do *Eco-geochemistry*, que, para uma área de 1,5 milhão de km² foram escolhidas 1.373 estações, com uma estação representando mais de 1.000 km². Nessa estação foi amostrada água, musgo terrestre, solo orgânico, solo abiótico, água de chuva, etc.

Esses vários materiais foram analisados por uma grande quantidade de elementos, porque, hoje, as técnicas multielementares permitem radionuclídeos e duas famílias de inorgânicos, PAS e PCB. Embora seja baixa densidade, há uma grande quantidade de informação. Estou dando como exemplo um radionuclídeo, que é o cézio 134, que mostra claramente as concentrações mais elevadas onde ocorreu o acidente de Chernobyl. Até 2003, ainda existia todo o sul da Finlândia contaminado por radiação produzida por esse acidente.

Esse é um exemplo da China, mas eu também queria me referir que está em andamento, no Paraná, um projeto que é um grande exemplo, o Projeto de Geomedicina do Paraná. Foi uma iniciativa de uma instituição de pesquisa da área médica que procurou o serviço geológico do Paraná, que se chama Mineropar, para fazer um projeto de geomedicina do Paraná a partir de 2006.

Esse projeto tem como objetivo reunir informações sobre os elementos químicos e substâncias encontrados no ambiente e efeitos na saúde humana. Eles estão muito centrados em um tipo de câncer porque eles sabem que o estado do Paraná possui uma das maiores taxas de câncer de córtex das glândulas suprenais em crianças de 0,8 a 3 anos. Eles querem saber se existe uma relação e quais são essas relações com o meio ambiente, se é que existem.

Uma coisa muito interessante é que eles estão organizando uma coisa que chama *webmapping*, que seria um sistema geográfico de informação na *Internet* utilizando *software* livre, gratuito, com forte interação com o usuário. Eles estão cruzando 5 bases de dados, a base de dados de geoquímica da Mineropar, que tem multiuso, serve não apenas para a saúde, mas para muitas outras coisas, o Datasus, que é uma outra base de dados, os valores do Índice de Desenvolvimento Humano do Paraná, do Iparades, os dados populacionais do IBGE e também todas as partes fisiográficas, como os limites de estados, drenagem, diretamente da NASA. Isso dentro de um *software* livre, uma nova concepção de como se fazer o mapeamento geoquímico e como reunir os seus dados em uma coisa que se chama *webmapping*.

É um belo exemplo. Eles já distribuíram mais de 200 mil kits para analisar sangue de crianças recém-nascidas, fazendo um banco de dados de saúde para análise de DNA, focando naquele tipo de câncer.

Tenho uma palavrinha com respeito ao mercúrio que reforça a idéia do mapeamento geoquímico do nosso território. Aqui já foi falado da grande variedade de solos do Brasil, mas vou só mencionar a questão do mercúrio, porque, no mercúrio, uma coisa muito importante é a reação das bactérias em determinados lugares, produzindo a metilação do mercúrio, que é forma mais tóxica, a mais venenosa, como muitos de vocês sabem.

Isso sofre uma bioacumulação e biomagnificação. Concentra-se nos peixes, que servem na Amazônia, por exemplo, como base de alimentação da população. Depois, você analisa cabelo para o mercúrio e percebe que essas pessoas realmente apresentam concentrações elevadas de mercúrio.

Ele, como metal pesado, ataca também o sistema nervoso central. É uma coisa extremamente perigosa e desnecessária para o metabolismo humano. Uma coisa muito interessante é que ao longo de 30 anos, as pesquisas na Amazônia se concentram nas bacias do Rio Tapajós e do Rio Madeira, atribuindo como causa da dispersão do mercúrio no ambiente a ação do garimpo. De fato, há sedimentos poluídos, peixes com muito mercúrio, comunidades com muito mercúrio no cabelo, é inegável.

No entanto, recentemente, dois professores da Unicamp fizeram uma pesquisa no Rio Negro, onde nunca houve garimpo ou qualquer atividade industrial. Lá na bacia do Rio Negro, eles perceberam, analisando água, analisando ar e analisando solo, que existia anormalidades, concentrações razoáveis de mercúrio onde não havia nenhum garimpo.

O que nós sabemos sobre os solos da Amazônia em termos geoquímicos? Será que não há uma própria capacidade da floresta, em determinados sítios favoráveis, fazer com que a própria capacidade dos solos com matéria orgânica estar favorecendo essa metilação do mercúrio, que pode ter origem no garimpo, mas, também, pode ter origem natural relacionado ao vulcanismo dos Andes, por exemplo.

Essa é a grande preocupação, essa é a mensagem que eu gostaria de trazer para vocês, que é uma contribuição que a geociências pode dar para os nossos debates, para a agricultura, para a saúde pública, utilizando várias ferramentas. Entre elas, o mapeamento geoquímico de baixa densidade.

As minhas considerações finais são genéricas. O que eu queria reforçar é que a geologia médica, na verdade, não é uma especialidade da geociência, é uma área de pesquisa interdisciplinar aplicada que requer o trabalho de vários profissionais, como fizemos na Unicamp. Essa é a nossa mensagem para todas as demais instituições. O mapeamento geoquímico do Brasil de baixa densidade seria uma atividade multi-institucional, interinstitucional, que envolveria não apenas o serviço geológico do Brasil, mas também o Ministério do Meio Ambiente, empresas, universidade. É um grande esforço, está aí e estamos trabalhando no escuro diante da ausência dessa informação que todos os países desenvolvidos do mundo possuem, que são os seus mapas geoquímicos, sabendo a química do seu território, dos solos, das suas águas, etc.

Para terminar, eu queria dizer que este é o livro que saiu em 2005, que é referência para a geologia médica para o mundo todo. Este livro foi o primeiro publicado no Brasil, em 2006, com o Serviço Geológico do Brasil, com ajuda da Universidade, e está disponível *online* para *download*, para quem quiser, neste site da CPRM do Rio de Janeiro. Esses dados que eu falei do chumbo constam nesse livro. São os primeiros 30 artigos de geologia médica no primeiro livro de geologia médica do Brasil.

Muito obrigado pela atenção

SRA. RUBIA KUNO –

Obrigada, professor. Parabéns!

Dando continuidade à nossa Mesa de Avaliação de Risco Toxicológico, eu quero convidar a Dra. Gisela de Aragão Umbuzeiro. Ela é bióloga, mestre e doutora pela Unicamp, com pós-doutorado na EPA.

Atualmente, é professora do CESET da Unicamp e professora colaboradora da USP. Trabalhou durante 22 anos na CETESB, e tem mais de 100 publicações em revistas nacionais e internacionais.

Indicação CETESB
giselau@usp.br

PROF. GISELA DE ARAGÃO UMBUZEIRO –

Muito obrigada. Agradeço muito o convite.

Espero poder contribuir um pouco com o aprendizado que eu tive, não em minha faculdade, nem nos meus pós-doc, pois aprendi com a necessidade de compreender a questão

toxicológica. Eu vou dividir com vocês um pouco do conhecimento que adquiri nesses últimos anos. Semana passada estava fazendo um curso internacional de avaliação de risco com pessoas do mundo todo em Águas de São Pedro.

A primeira coisa que temos que compreender, e por mais simples que possa parecer, é a maior dificuldade todos, é entender a diferença de toxicidade e a questão do risco. Não é culpa de ninguém, é porque é um conceito muito difícil.

Temos que compreender que as substâncias químicas têm uma propriedade que é inerente a ela. Não adianta quisermos mudar essa situação, a substância tem a capacidade de causar algum dano, e essa capacidade de causar algum dano é chamada de efeito adverso.

Do ponto de vista toxicológico temos que compreender qual é a capacidade inerente daquele agente. Se alguém me pergunta: “tal substância é tóxica?” A resposta é: “depende.” Ela tem a capacidade de causar um efeito, todas as substâncias têm, até água mata depois de ótima dose de êxtase. Há pessoas que morrem por excesso de água, a água é tóxica nessa condição.

Temos que compreender que todas as substâncias químicas têm essa capacidade inerente de causar um efeito adverso, dependendo da condição em que ela se encontra, depende do cenário a que eu estou exposto.

Uma coisa que sempre digo: qual é o risco que eu tenho de morrer atropelada na *Champs-Élysées*, em Paris, se eu nunca fui a Paris e não estou em Paris? O risco é zero. Existe um perigo em ser atropelada em qualquer cidade e em qualquer rua, e, quanto mais atravesso ruas, obviamente, mais chances eu tenho de ser atropelada.

Qual é a diferença do perigo? Vocês acham mais perigoso ser atropelado por um caminhão ou por uma bicicleta, nas mesmas condições de exposição? Eu posso morrer pela bicicleta, mas ela é menos perigosa do que o caminhão. Quando falamos em uma substância muito perigosa, normalmente, estamos dizendo de substâncias que, em pequenas concentrações, causam um dano muito grande.

Eu posso dar o exemplo do mercúrio, que é um agente muito perigoso, por quê? Porque ele causa efeito em pequenas concentrações.

Por outro lado, o etanol, que é o álcool da bebida, é muito pouco tóxico. Eu preciso de grandes concentrações para ter um efeito. Porém, uma das maiores causas de morte é a questão de se dirigir bêbado.

Dirigir bêbado é um cenário de exposição. Essa diferença precisa ser muito bem compreendida por todos que pretendem calcular números seguros para a população, porque eu acho que é disso que se trata qualquer ação na área ambiental.

O que é o risco? O risco é uma probabilidade de o efeito nocivo acontecer. O risco não é um número puro, ele é uma probabilidade. Alguém já ouviu falar de probabilidade de chover, não é? É a mesma coisa que falaremos aqui. Vamos, através do conhecimento que temos calcular uma probabilidade de aquele efeito acontecer. É provável, pode ser que aconteça, é mais ou menos provável.

A aceitação desse risco não é feita por toxicologistas, a aceitação desse risco é feita pelos gestores, pela economia, pelo desejo da sociedade de ter aquele bem ou aquela situação. Isso precisa ficar muito claro.

Quem pretende procurar respostas de gerenciamento de risco na toxicologia não vai encontrar, mas podemos dizer uma probabilidade.

O risco é um produto do perigo da substância multiplicado pela exposição, é um produto matemático. Portanto, se eu não tiver a exposição, o risco é zero, ou se eu não tiver o perigo, o risco também é zero. Se eu tiver qualquer um desses fatores, mesmo que mínimo, sempre haverá um risco.

Qual é o risco, hoje, de eu ficar muito “doidona”, bebendo uma água que contém um pouquinho de metabólitos de maconha? Hoje, bebemos água com um pouquinho de metabólito de maconha, talvez uma ou dez moléculas. Qual é a chance de, primeiro, detectar e, segundo, de sentir algum efeito? Primeiro vem o efeito bom, depois o adverso. Isso devemos ter em mente o tempo inteiro quanto estivermos discutindo toxicologia.

Eu vou me centrar na avaliação do perigo porque percebo que todos os que fazem avaliação conseguem entender muito bem cenários de exposição. Quanto uma criança come de solo no dia que vai visitar o pai na festa de natal? Qual é esse cenário? Cenário é fácil. Quanto que eu bebo de água? Quanto eu peso? Isso é muito fácil, é palpável para todos vocês. Eu verifico que todos que fazem avaliação de risco, seja pelo programa ou na mão, como fizemos na semana passada, busca o perigo em uma tal tabela.

O programa já vem com a tabela, recebemos um número e simplesmente entendemos que aquele número é verdadeiro e um número exato. Não sei o quanto os outros palestrantes já falaram, mas eu vou me centrar em como é que calculamos o perigo, porque vai fazer toda a diferença na equação do risco.

Como fazemos para avaliar perigo? Ninguém vai fazer avaliação de perigo com experimentos de dose letal 50. Ninguém vai calcular uma dose segura como sendo uma dose que não mata alguém, isso não existe. Como trabalhamos? Iremos buscar respostas muito sutis nos organismos, primeiro as respostas.

Normalmente, para os seres humanos, usamos modelo de roedores para que possamos fazer os nossos estudos de cálculo do perigo. Usamos um número x de ratos. Quantas pessoas nesta sala com um copo de vinho se sentem mal? Poucas, a maioria não sente nada, mas há alguém que fica logo com dor de cabeça.

As pessoas têm suscetibilidades individuais diferentes, portanto, não posso fazer experimentos com um rato. Andaram fazendo conta, para termos uma representatividade, eu teria que fazer experimentos com 120 ratos por dose para começar a diminuir as minhas incertezas. O que fazemos? Usamos um número mínimo de ratos, cinco ou dez ratos no experimento. Para o que eu quero chamar a atenção é que o número de ratos é importante para a qualidade do estudo que eu vou avaliar. Se o estudo foi feito com apenas um cavalo em cada dose, eu não tenho uma boa estimativa de como devem reagir todos os cavalos da minha fazenda, mas, se eu fizer com 10, aumentam as chances de eu estar com uma boa estimativa.

O que acontece com os experimentos? Que efeito eu meço aqui? Eu vou escolher um efeito muito sutil e que eu tenho que considerá-lo adverso. Por exemplo, uma substância química qualquer pode reduzir um pouquinho o peso de adultos, muitas mulheres vão achar isso fantástico. Será que isso é um efeito adverso? Uma pequena dose daquele elemento pode ter aumentado 10% do meu peso ou diminuído 10%.

Para começar, precisamos decidir o que vou considerar como adverso. Um exemplo de efeito de adverso é uma pequena alteração nas minhas enzimas do fígado, ou nas enzimas do rato. Não quero dizer que esse pobre rato não vai se recuperar depois que ele ingeriu aquela quantidade, mas esse efeito para os toxicologistas já é um efeito que eu posso medir. É exatamente esse efeito que é bastante sutil, e é o mais sutil que eu consigo observar daquela substância, que eu vou colocar nessa parte da minha curva dose-resposta. Vou observar que esse efeito, que é muito sutil, poderia ser aumento de uma enzima qualquer em relação às doses.

Como eu disse os experimentos com animais são muito caros, então não trabalhamos com muitas doses. Imaginem que o indivíduo planejou os seus experimentos e fez este experimento. Esse experimento me diz que doses de 100 causarão efeito na maioria dos ratos. Nessa dose do meio, 50% dos meus ratos tiveram efeito. É uma maneira de eu medir o perigo, mas o toxicologista quer descobrir qual é a dose que não tem efeito.

Então, o que vamos procurar? Observamos qual foi a primeira dose que causou um efeito, que nesse caso foi 10, e procura a dose que não causou um efeito imediatamente anterior.

Isso é o tal do NOAEL que as pessoas falam tanto, é a primeira dose de efeito não observado. O que fazemos com esse valor? Eu simplesmente pego esse valor e calculo: uma pessoa toma 1 miligrama desse composto por kg de peso, porque os ratos não sofreram efeito. O toxicologista não vai trabalhar com essa margem, é muito insegura. Então pegamos essa dose de 1 e dividimos por 10 para considerar que esses dados poderiam ter uma suscetibilidade diferente, eu já estou na dose de 0,1. Além disso, sabemos que rato não é gente, então, dividimos esse número por mais 10 para tentarmos ficar seguros com relação à extrapolação para o ser humano, e, dependendo do estudo, se for um estudo só com uma espécie, às

vezes, dividimos por mais 10. Quando eu chegar aqui, aí, sim, são esses valores que vocês vão achar no programa de vocês.

Alguém vai perguntar, por que no programa da ATSDR tem um número e no da EPA tem outro? Está todo mundo maluco? Hoje, o mundo está assim. Você pega um salmão com uma quantidade x de dioxina. Na Europa, você pode comer 200 g daquele salmão por dia, nos Estados Unidos, uma vez por semana.

Eu sinto muito. O que é isso? Isso é toxicologia? Isso é gestão daquele risco que foi calculado, e nos Estados Unidos foi aceito um número diferente. Imaginem, a mesma pessoa e o mesmo salmão, mas mesmo assim, os números são diferentes. Vou mostrar para vocês por que esses números muitas vezes são diferentes.

Imaginem que eu fiz aquele experimento anterior, só que, agora, eu tenho muito dinheiro, estou na Comunidade Européia, e decidi repetir o meu experimento. Coloquei uma dose entre as duas doses onde verificamos o início do efeito. O que aconteceu nesse novo experimento? Qual foi a primeira dose que não causou efeito logo depois da que causou? Olha, nesse caso, qual é o número, é 1.

Neste caso, se estou na Europa, e vou basear o meu NOAEL nesses estudos, eu vou dividir 5 por 10 e divido por mais 10. Qual é o número final? Será 5 vezes maior do que o outro número. Por isso, às vezes, eu tenho um padrão de qualidade de água que é de 50 microgramas para um determinado elemento, e de 10 microgramas para outro país. Se eu beber essa água vou ficar doente? Vou ficar com dor de cabeça, nervosa?

Claro que não porque estamos em nível de segurança muito grande. Isso é muito importante porque eu já vi pessoas acharem que beber uma água contendo 11 microgramas de chumbo por litro é diferente de beber uma água com 9 microgramas. Eu sinto informá-los que é a mesma coisa. Eu estou trabalhando com incertezas, dividindo as coisas por 1.000, por 10.000, por 100.

Essa percepção de como os números são gerados é necessária para que as pessoas compreendam como elas vão utilizar esses números. Eu sei que as pessoas se sentem muito mal porque ninguém explicou isso para elas, e nem para mim. Eu estudei muito, como vocês viram, e nunca tive uma santa aula de toxicologia desse jeito, porque não sou farmacêutica. Eu fui aprender para poder entender.

O que fazemos com o número NOAEL? Pegamos do experimento mais sensível que existe e dividimos, sempre, por fatores de incerteza. Esses fatores vão depender da qualidade dos dados, se eu tenho muitos ratos ou poucos ratos, se eu fiz em três espécies ou se em apenas uma espécie e, também, vai depender da variabilidade interespecie e a suscetibilidade intraespecie.

Essa mesma coisa que eu falei para vocês sobre o rato, eu faço para os organismos aquáticos. Se eu tenho um valor de Noael para dáfnia, se eu só fiz testes com dáfnia, eu tenho que dividir por, no mínimo, 100 para tentar prever a toxicidade para o peixe. Se eu tenho dados de peixe, de dáfnia, de algas e de um monte de espécies, eu uso o valor mais restritivo, o que protege todas as espécies.

A avaliação desses dados tem que ser feita com muito critério e por toxicologistas, que são raríssimos no Brasil. No exterior, há mais, muito mais, vocês nem imaginam, fiquei impressionada. Fui em um encontro de toxicologistas outro dia e havia um monte, e, no Brasil, são poucos que conseguem discutir essa questão.

A avaliação do risco começa com a identificação do perigo. O perigo é calculado como? Eu tenho uma dose de efeito não observado, dividido por um fator de incerteza. Esse fator de incerteza me dá uma coisa chamada *reference dose*, ou TDI, ou IDA, ou ADI. É tudo o mesmo nome para a mesma coisa.

O que significa dose de referência ou *Total Daily Intake*? Significa a quantidade que os toxicologistas entendem como segura para ser consumida pelo indivíduo por todas as vias. Aí é que a questão começa a complicar. Naquele caso, por exemplo, se eu calculei o número, dividi por 100, seria 0,01.

Eu, Gisela, posso consumir por todas as vias, via dérmica, tomando banho, bebendo água, comendo verdura, inalando 0,01 por kg de peso por dia, para que eu não tenha um efeito por

toda a vida, porque aqueles experimentos são feitos em experimentos crônicos, e eles garantem por toda a vida. Não é efeito agudo, é efeito crônico com doses muito baixas.

Não sei se o Sr. Bernardino falou, mas eu gosto muito daquelas curvas interessantíssimas dos metais que são essenciais para o corpo. Há pessoas que pensam: “então eu vou beber água destilada, não tem nada lá, nenhum metalzinho...” É fria porque se você beber água destilada, a homeostase do seu corpo vai estar comprometida. Você precisa ter alguns componentes, inclusive componentes que hoje não são considerados essenciais.

Alguns estudos já mostram que existem, talvez uma homeostase mostrando que às vezes uma pequena concentração pode estimular até mecanismos de reparo no nosso corpo, mecanismo de proteção, como se fosse uma pequena vacina, para exemplificar.

Eu disse qual é o perigo, que está na tabela, o de padronizar uma condição de exposição. Eu gosto de calcular os meus próprios padrões de qualidade de água. Eu gosto mais de usar a *reference dose* da OMS, eu gosto mais da Europa, mais legal de confiar. Eu bebo quanto? Eu bebo 2 litros de água? Não, eu bebo muito mais, bebo 3 litros, no mínimo de água. Eu tenho um problema renal e eu tenho que beber. Eu não peso 70 Kg, eu peso 60Kg. Eu calculo o meu valor, ele é diferente do seu valor. Só que nós sabemos que temos toda aquela margem de segurança. Essa diferença, não vai fazer grandes diferenças para mim, mas, se eu quiser, posso considerar a minha condição de exposição. Eu vou definir uma condição de exposição que é viável naquele momento e vou calcular um critério. Esse critério é científico e incerto, uma previsão.

Eu posso dizer que aqui há algum tipo de risco, ou poderia estar sujeita a algum tipo de efeito adverso, caso aquele número seja um pouco maior. Gente é muito diferente você beber uma água com 10 de chumbo, uma água com 100 de chumbo, uma água com 1000 de chumbo. As pessoas têm que compreender que esse negócio não é sim ou não, não é vermelho e amarelo, é gradativo. Ele dá margem para o que chamamos de gerenciamento do risco e é só, então, que todos países derivam o que é chamado de padrão.

Esse gerenciamento do risco depende das condições do lugar, das condições que você tem de dinheiro e de outras coisas. Eu sei que em alguns locais onde há muito arsênio, se você simplesmente aceitar o risco, como é o risco aceito nos Estados Unidos, um caso em 10^6 , que é uma previsão, não quer dizer que vá acontecer, a pessoa simplesmente vai morrer de sede porque não há água, não há condição de tratamento. Não sei se foi na Índia ou na África, houve situações em cidades em que foi necessário aceitar um risco maior porque as pessoas estavam bebendo água direto dos rios e estavam morrendo de diarreia, morrendo de doenças de veiculação hídrica.

Outra coisa importante, o contexto do risco tem que ser contextualizado. Se não fosse assim, eu jamais beberia água clorada. A água clorada é mutagênica, os compostos gerados na desinfecção da água são cancerígenos, e nós bebemos porque fazemos uma comparação: qual seria o risco de eu não beber? Eu morro muito antes. Quando dizemos 2 vezes maior a chance de incidência, isso é muito pequeno, 2 vezes em 10^6 de uma coisa que é incerta.

Eu quebrei a cabeça para entender os padrões da Austrália de água. Eu tenho muita experiência em cálculo de padrão de qualidade de água e eu não entendia por que na Austrália era aquele número. Em algumas substâncias era um número, eu fazia conta, fazia conta e não dava certo de jeito nenhum. O que eu descobri? A Austrália decidiu, para alguns elementos naturais que têm a rocha e que não dá para mudar a rocha, usar o valor da *reference dose*, mostrando claramente como foi feita a conta, coisa que não vemos nesse país, infelizmente, e sou extremamente favorável que se mostre.

Vamos dizer o que fizemos, vamos ter transparência na decisão que tomamos. Nesses outros países, quando eu entro nos sites, consigo sabe tudo: qual foi a *reference dose*, qual foi o valor de incerteza, por que o valor de incerteza foi aquele.

Eu descobri que na Austrália decidiu-se, beber o limite de detecção do método. É uma decisão dela, eu não preciso beber o valor exato, talvez ela possa fazer isso. Quando se toma uma decisão, você tem que poder fazer aquilo que você pretende, não simplesmente colocar um número que você não consegue cumprir. Eu queria muito que isso ficasse claro

Eu acabei de receber uma palestra de uma amiga especialista em risco e ela coloca bem claro: o risco é uma decisão política, econômica, não é uma decisão científica. A aceitação do risco é feita dessa forma, por mais que doa e seja difícil para todos.

Eu só vou dar alguns exemplos. Há pessoas que falam: “análise de risco? Isso é aquela coisa que fazemos lá da indústria”. Lá no colégio que eu leciono, o pessoal falou: “eu tenho uma matéria que se chama Análise de Risco. Eu falei: “é mesmo? Quem que dá? Você vê esses padrões?” “Não, professora, é análise de risco industrial”. Você tem que contextualizar o que você está fazendo. Às vezes eu ouço alunos: “professora, eu quero trabalhar em avaliação de risco”. Já sei que o aluno é fria porque nem pensou. Ouviu cantar o galo, achou chique, mas tem que saber o que está fazendo. As pessoas não percebem isso.

Os padrões de qualidade ambiental que estão na Organização Mundial da Saúde, foram calculados com base em um perigo decidido por alguém, e com base em um cenário genérico de exposição. Por isso que calculamos 70 kg e 2 litros de água por dia. Aí, alguém diz: “mas professora, e as crianças, pobrezinhas? Elas não pesam 70 kg?” Mas elas também não bebem 2 litros de água. Onde já está compensada essa diferença, normalmente? Naquelas divisões de 1 para 10 e 1 para 100. Nem sempre, mas, usualmente, elas são as mais suscetíveis. Às vezes não é. Para algumas substâncias, o adulto é mais suscetível.

Só vou dar um exemplo rápido de como é que eu calculo os números que vão para a legislação. Pego o Noael, divido pelo fator de incerteza, que vai ser dividido entre 100 e 1.000, usualmente. Multiplico pelo peso e, por uma fração, e aqui é que as pessoas têm que compreender o que é essa fração.

Lembram que eu falei que aquela *reference dose* eu tenho que distribuir por todas as vias? Eu tenho que deixar um pouco para água, um pouco para o alimento, um pouco para o ar, um pouco para outro lugar, se há exposição.

Eu vou dar um exemplo clássico, microcistina. Usualmente, microcistina é um contaminante de água porque é lá que ela é produzida. Se eu for fazer essa multiplicação, esse fator, fração ou porcentagem, associado à água, eu vou usar 80% para microcistina. Como eu faço com o PCB? O PCB vai estar na água, porque na água subterrânea se acha PCB, mas usualmente o PCB está na gordura, no tecido. Então, eu tenho que deixar só um pouquinho de PCB na água, eu deixo 1%, o resto deixo para as outras.

Essa locação também não é trivial, temos que pensar, discutir e deixar um tanto para o ar. E a recreação no Brasil, que é a minha maior tristeza. Copia-se o valor do Canadá. Quanto tempo nada uma criança? Imaginem, aquele frio, agora, vá ao Nordeste para ver quanto tempo fica uma criança nadando com o pezão no sedimento, respirado por via inalatória. Saibam que dos compostos cancerígenos que estão na água de beber, hoje se sabe, a via mais importante não é a oral? Quando se toma banho, a via mais importante é a inalatória que, quanto mais quente, mais evapora, e a via dérmica que, quanto mais quente, mais se abre os poros.

Temos que pensar a coisa de uma maneira global. A Argentina já deriva os seus próprios critérios.

Ela escolheu 10 miligramas por kg para esse praguicida, dividiu por um fator de 100, multiplicou por 60 kg, porque a Argentina entende o cenário como o representativo, considerou 1% de fração, porque normalmente os praguicidas ficam nos alimentos, mais do que na água. A conta deu 0,3, e o que significa 0,3 mg/L desse praguicida. Significa que uma pessoa de 60 kg pode beber uma água contendo 0,3 miligramas desse praguicida por toda a vida em sofrer efeito adverso à luz dos conhecimentos atuais.

Sinto informá-los que a ciência não pára e, se a ciência não para, estamos sempre descobrindo novos efeitos adversos que é o que aconteceu com o mercúrio.

Hoje, sabemos que o mercúrio causa diminuição no QI das crianças e esse é um novo efeito adverso para os toxicologistas considerarem.

Outra informação importante, que também nos ajuda a achar valores seguros são os estudos epidemiológicos com trabalhadores, é monitoramos os metais e outros compostos no sangue ou na urina das pessoas. Vocês devem saber que na Alemanha, nos Estados Unidos tem grandes programas monitorando a quantidade de várias substâncias em doadores, crianças enfermeiras, etc. Aí, é fácil fazer estudos comparando, por exemplo, comportamento de

crianças em uma escola onde o mercúrio era um pouco maior com crianças onde o mercúrio era menor. Isso é experimento com humanos? Não, não é, mas é observação em humanos que me trazem informações das doses seguras.

O que é legal é que eu tenho a dose verdadeira, a dose que está dentro do sangue. Nem tudo é totalmente absorvido, há algumas substâncias, que você coloca na boca e vai direto para as fezes. Ela não tem como te causar um efeito adverso no neurônio, ela nem entrou no seu corpo. Temos que conhecer a tóxico-cinética das substâncias e conhecer os alvos da substância. Se ela vai fazer um experimento de um composto inibidor de acetilcolinesterase, um audicarb. É óbvio que ele vai ser muito mais tóxico para um organismo que tem esse mecanismo de acetilcolinesterase, não vai ser em uma planta, que não tem esse mecanismo. Temos que conhecer os mecanismos para escolher os testes que iremos fazer.

Esse valor é preditivo e, o que é mais interessante, é a mensagem que deixo a vocês.

Em algum momento eu falei de análise química? Não, eu fui diluindo, dividindo. Quem disse que a química acompanhou os toxicologistas? Às vezes, não. Não, necessariamente, o valor seguro que eu calculei como toxicologista é mensurável no meu meio, e o que eu faço? Eu não sei, eu sou toxicologista. O químico quer que eu adote aquele número porque ele consegue detectar aquele número, mas, enquanto toxicologista, não posso dar a minha contribuição no sentido de qual é a chance eventual do risco.

Eu posso, sim, calcular o risco, se tomarmos a substância naquela condição, porque eu só consigo medir ali. Eu calculo o risco e vejo se ele é aceitável, ou não. Se eu não consigo controlar o perigo, se risco é a exposição, eu controlo o quê? Por isso, nos Estados Unidos, há campanhas dizendo que as mulheres grávidas não podem comer determinados peixes, em determinadas concentrações, porque não há mais como garantir essa segurança. Não há alternativa, eu sinto isso.

Algumas vezes, esse NOAEL aumenta. Uma vez eu estava no CONAMA e propus o aumento de um valor. As pessoas brigaram comigo e falaram: "você deve ser de alguma indústria.". Eu falei: "não, eu sou da CETESB." "Mas como você está propondo aumentar o número?" Porque eu descobri que na época, quando colocaram aquele número na lei, só havia um experimento. Sabe por quanto o pessoal dividiu? Por 1.000. Já fizeram vários experimentos e aquele número não tinha a mínima necessidade, aliás, aquela substância era pouco tóxica. Ela podia ser 1.000 vezes maior e só estávamos querendo botar 10 vezes menos para ser um problema a menos na questão analítica. Temos que entender o que está atrás do número.

Aqui, um exemplo de um critério. Este é um praguicida. A EPA calculou que o valor seguro era 0,7 miligramas por litro e, aí, eu fui ler por que era 0,7. Está lá escrito, a EPA descobriu que qualquer tratamento mais convencional do mundo conseguia remover esse praguicida até 0,7. Então, a EPA resolveu adotou 0,7.

O benzo(a)pireno é o contrário, às vezes eu tenho que aumentar um pouco. Vocês sabem que passamos betume em caixa d'água para não vazarem e isso pode lixiviar benzo(a)pireno. Às vezes, eu sou obrigada a deixar um pouco mais do que aquele valor que eu calculei. Na Austrália, vejam a diferença, adotaria outro valor, que é o limite de detecção de sua técnica. Então, temos três valores completamente diferentes.

Exemplos de avaliação de risco toxicológico. Eu quero ouvir meus alunos falarem que querem trabalhar com calcular o risco da ingestão de solo contaminado com chumbo por crianças, na região onde trabalho, que é pobre, as crianças brincam muito na rua. É um cenário, então vou fazer a conta. Eu posso calcular qual é o risco de eu ter um efeito adverso por inalação de microcistina por atividade de recreação. Terei que saber como essa microcistina é inalada, como ela entra, etc.

Outro exemplo, o consumo de peixes contendo arsênio, mesmo que a fonte seja natural, é uma coisa que temos que lembrar. Eu não tenho culpa que na rocha há arsênio, nós não temos culpa, não temos como controlar essa situação. Então, vamos calcular e, já que eu não consigo naquele lugar peixe com menos arsênio, o jeito é comer menos peixe.

Mais um exemplo é a irrigação com água contaminada com glifosato para a produção de hortaliças e verduras. É muito diferente a toxicidade de um herbicida para o ser humano e a

toxicidade de herbicida para a planta, que não é alvo. Imaginem um produtor de tomate logo depois de uma plantação que usa o praguicida intensamente.

Ele não entende por que antigamente as plantinhas dele cresciam tão bem e, agora, não crescem. É porque você pode ter o efeito. Eu também posso calcular a quantidade desse mesmo glifosato que eu consumo em uma dieta x.

O que eu tenho que fazer para calcular o risco de exposição das crianças no solo? Verifico a TDI, ou *reference dose*, adotada pelo país, não se pode copiar. Verifico o cenário de exposição. Tudo isso que eu assumo no começo, eu tenho que deixar claro em minha avaliação de risco. Eu assumo que toda dose eu vou gastar para comida, sobrou alguma para a água?

Não, mas eu assumo. Comparo com a TDI, com o valor de exposição, se a TDI for maior, há risco de efeito e eu tenho que tomar uma decisão. A solução é sempre reduzir o perigo ou reduzir a exposição.

Esse aqui é um exemplo de como a ANVISA faz hoje. Até onde eu sei, a ANVISA tem um número, que é um valor nas boas práticas agrícolas de quanto fica de resíduo naquele alimento. Normalmente, quando a ANVISA libera um praguicida é porque esse valor é muito abaixo da dose de *reference dose* ou da TDI. Ficamos com uma margem de segurança normalmente grande, mas eu posso calcular o risco todas às vezes.

Conclusão: a avaliação do risco toxicológico é uma ferramenta muito útil, tanto caso a caso, quanto para regulamentação de cenários genéricos. Deve ser usada com critério e ser transparente, todos devem entender o cálculo e o que foi assumido. As pessoas podem não concordar, mas, pelo menos, entenderam e vão saber por que. Ela deve ser organizada por um grupo de especialistas. Do mesmo jeito que se consulta um advogado, deve se consultar um toxicologista porque dificilmente se tomará as melhores decisões se não for assim.

Obrigada.

Esperem um pouco, a CETESB em 2005 se deparou com uma diferença muito grande de uma substância, o aldrin e o diedrin. Víamos que nos Estados Unidos era um valor, e outro muito diferente na Europa, e não entendíamos por que, foi quando aprendemos muito. Tivemos uma grande tarefa de tentar entender por que era diferente e, à luz dos conhecimentos atuais, chamamos pessoas do mundo inteiro, inclusive do Brasil.

Fizemos esse CD, que está disponível para download. Nós fizemos esse trabalho que é um exemplo de como é complexo para um país como o Brasil escolher um número. Para os Estados Unidos, é fácil. Eles usam o pessoal deles, a Europa usa o pessoal dela, e nós? Qual eu escolho? “Eu quero um pequenininho.” Nem sempre o pequenininho é o melhor, que foi o caso que aconteceu aqui. Realmente, descobrimos que o aldrin é cancerígeno para camundongos, mas não para pessoas, não para os humanos. Se você quer causar câncer em camundongos, pode-se usar aldrin, mas em pessoas, à luz dos conhecimentos atuais, eu não tenho como atribuir essa questão ao aldrin. É um exemplo, pretendemos fazer vários outros, mas só para se ter uma ideia de quão complexo se torna para um país como o nosso fazer uma escolha.

SRA. RUBIA KUNO – Obrigada, Gisela. Parabéns pela Palestra.

Gostaria de convidar os palestrantes para compor a Mesa pra iniciarmos a parte de debates. O Professor Bernardino, Giuliano e a Gisela.

Por favor, a Júlia também, a nossa relatora.

Iniciando os debates, utilizaremos a mesma metodologia. Faremos bloco de 5 perguntas,. Depois de 5 perguntas, passo a palavra para os palestrantes para responderem. À medida que der tempo, abriremos para mais inscrições.

Obrigada.

DRA. CARMEN FRÓES (UFRJ) –

Gisela, achei a sua apresentação excelente, já havia ouvido falar de você. Eu queria fazer alguns comentários. Eu sou médica por formação e tive que, como você, aprender toxicologia, no meu caso, para atender seres humanos com eventuais intoxicações por exposição a químicos. Estamos sempre aprendendo um pouco, em especial com o estudo de avaliação de risco. Só algumas considerações, eu gostaria depois de ouvir a sua avaliação, com a sua experiência.

Quando você fala da questão de perigo e exposição, determinando o risco, estou entendendo que, na questão da exposição, você está englobando a questão das suscetibilidades de raça ou de gênero. Usando o exemplo do etanol, o gênero feminino é mais sensível do ponto de vista de droga-adicção ao etanol do que o masculino, embora não entendamos muito bem o porque. Da mesma forma, e aí falando individualmente, as pessoas que tem uma historia hereditária de adicção ao álcool, familiares que porventura tenham sido adictos ao álcool, têm, por alguma razão, uma maior suscetibilidade genética também.

Nessas questões da exposição, estou imaginando que você também englobe nesses cenários de exposição essas variabilidades que pode ser do indivíduo, ou não. Não sei se você está considerando isso usando o exemplo do etanol. Você usou o exemplo do etanol e comecei a pensar além. Eu queria te ouvir um pouquinho em relação a isso.

No Noael, que é a base a partir do qual se calcula o RfD, o MRL, é a menor dose em que não observa efeito adverso. Eu tinha impressão de que algumas RfD estão trabalhando com a dose em que você não observa efeito, porque há a diferença entre o efeito adverso e o efeito no estado de conhecimento atual. Podemos considerar que o que hoje é efeito, mas não é adverso, no futuro pode se considerar que seja adverso, que é um pouco dessa relativização do que temos como parâmetros.

A outra questão que eu achei hiperimportante você ter tocado é a da mutagenicidade, porque é sempre uma preocupação. Na verdade, o que sabemos, é que temos o que determina o risco aceitável. Uma substância mutagênica tem como característica uma lesão, ou uma alteração, do genoma celular, que, não necessariamente, vai evoluir para um câncer porque temos em nosso organismo a capacidade de bloquear ou de destruir aquela célula que faz a displasia, a metaplasia. Então, é isso que nos permite ter um risco aceitável de beber, na água, o cádmio ou arsênio, baseando também não só na segurança das divisões que são feitas de crianças, de alteração de espécie, mas também um pouco nessa lógica da capacidade, graças a Deus, de reparação e de bloqueio da evolução dessas células, senão toda a espécie humana já teria sido dizimada.

A questão que eu vejo e que nos deparamos em relação a isso, são as minhas angústias, na verdade, é que aceitamos um pouco esses riscos, pela sociedade em que vivemos, como você colocou muito bem, pela necessidade de gerenciar aquele risco, até o Rocca falou isso mais cedo, porque precisamos gerenciar aquele risco. O problema é quando você tem algumas doenças como o câncer, que é multifatorial, que acaba que aceitamos os vários riscos que possam evoluir, e que, no final, acaba evoluindo para um processo de cancerização.

Gostaria de dizer que o quanto mais restritivo pudéssemos ser na aceitação do risco, mesmo com toda a base de segurança do cálculo da RfD, do Noael, da minha dose de referência, quanto mais pudéssemos restringir esse risco, é interessante, principalmente porque ele se soma a outros que são da vida em sociedade de um modo geral: fumo, estresse, a geração de radical livre e que acabam compondo um cenário de piora de qualidade de vida e da qualidade de saúde de população. Eu queria ouvir um pouquinho em relação a isso.

ENG. ALFREDO CARLOS CARDOSO ROCCA (CETESB) –

Eu queria fazer uma pergunta, não especificamente para um ou outro, mas para a Mesa como um todo.

Eu sei que foge um pouco da apresentação, mas, de qualquer maneira, vemos que a avaliação de risco à saúde humana é uma prática que consideramos estabelecida, com muita gente praticando. Gostaria que vocês dessem um apanhado de como vocês estão vendo o cenário em São Paulo, no Brasil, em relação à avaliação de risco ecológico. Eu sei que precisamos

evoluir muito e é isso que estamos precisando para o nosso valor de prevenção, que ainda tem sido objeto de mais questionamentos.

SR. ROBERTO VARJABEDIAN (Ministério Público do ESP) –

A minha pergunta vai para o Giuliani Marchi.

Eu só queria confirmar, em relação à avaliação de risco que é apresentada na publicação que você focou, mais especialmente na apresentação, se é realmente voltada para a saúde humana e não contempla riscos ecotoxicológicos? Está correto esse entendimento?

Em relação aos dados da saúde humana, queria que você comentasse o exercício que vocês fizeram de base de dados para alimentar essa informação. De onde vocês tiraram a informação, que ponderações foram usadas, exatamente, nessa perspectiva de entender melhor como foi montado, concebido, as ponderações que levaram àquelas conclusões que você colocou.

SRA. RUBIA KUNO –

Há mais alguém inscrito? Só para complementar a pergunta do Roberto, eu também fiquei na dúvida em relação à locação que vocês utilizaram. Quando você usa *reference dose*, você considerou que quantos % do ingresso desses contaminantes é atribuível a esse tipo de via, nos alimentos.

Só para complementar, também já existe um *default* no programa que você utiliza com a locação?

Para mim, não ficou claro qual a locação que vocês utilizam, que é aquela porcentagem que é atribuível ao ingresso por fertilizante.

ENG. ELVIRA LÍDIA STRAUSS (CETESB) –

Eu queria colocar duas situações, uma para a Gisela.

Tivemos ontem grandes conversas com a Carmen, e parece que hoje se estendeu de novo, exatamente sobre a questão do cádmio e como criar um limite para o cádmio, considerando que ele apresenta algum efeito carcinogênico.

A outra questão que tenho observado é que se o mapa coloca um limite de 10 mil miligramas por kg de chumbo no micronutriente. Invariavelmente, certas empresas vão chegar até esse limite. Sabemos que em certos limites que colocamos para a água, é um limite. Não é que vai ser sempre o número que será alcançado.

Queria algum comentário, tendo em vista que você fez um comentário bem claro que beber água com 11 miligramas por litro é igualzinho a beber água com 9 miligramas por litro. Queria um comentário adicional a essa atitude constante.

Obrigada

SRA. RUBIA KUNO -

Podemos iniciar a rodada de respostas Vamos iniciar pela Gisela, por favor.

PROF. GISELA DE ARAGÃO UMBUZEIRO –

Obrigada pelas perguntas. É muito interessante porque eu posso complementar, já que é quase impossível falar alguma coisa de carcinogênese na palestra de meia hora.

Com relação ao etanol e à suscetibilidade, precisamos entender que na hora que fizemos a divisão do NOAEL, já estamos considerando a suscetibilidade das pessoas. Não podemos considerar tudo duas vezes. Então, não divida por 10 e faça a suscetibilidade separando os grupos de risco. É claro que algumas substâncias químicas, para crianças, por exemplo, são muito importantes fazermos a avaliação separada.

Usualmente, juntamos, mesmo porque não temos padrão de qualidade de água para criança e para adulto, porque já está calculado.

Uma coisa que, para mim, é cada vez mais clara é que quando eu escolho um NOAEL e escolho os fatores de incerteza, tenho que deixar claro o que eu fiz. Se você não sabe, você

ganha uma *reference dose* de brinde, você começa a compensar no cenário, e, daqui a pouco, esse número é um número de 0,00 alguma coisa e, analiticamente falando, não quer dizer absolutamente nada. O que é combinado tem que ser mantido. A minha recomendação é para que não se mexa em cenário, se vocês não sabem como a *reference dose* foi calculada.

Nos imaginem copiando esse 0,7 da EPA e fazendo lucubrações de como foi o cenário.

Com relação à carcinogênese, são muito importantes duas coisas. Primeiro, o paradigma da carcinogênese sem *threshold* não existe mais na EPA. Foi alterada em 2005, temos o novo manual. Vocês têm que usar o novo manual de 2005, que você vai ter que conhecer o modo de ação das substâncias e, para o caso de compostos carcinogênicos não-genotóxicos, você vai ter *threshold* e ter doses consideradas seguras.

Para o caso de carcinógenos mutagênicos, ou genotóxicos, você não adota *threshold*. Porém, nós que somos geneticistas da metagênese, esta é a minha área, acreditamos em *threshold*. O que você falou, Carmen, não é exatamente isso. A mutação pode ser benéfica. Quem disse que a mutação é ruim? Se eliminássemos a mutação no mundo, terminaríamos as espécies rapidamente. A mutação é a fonte de variabilidade genética. Mutações em determinados locais de nosso genoma não causam nada, não muda nada no código genético, a mesma proteína vai ser formada e aquele ser sofreu uma mutação. O problema são as mutações em genes específicos controladores da tumorigênese. Nessa questão de mutação, as pessoas tem muito medo, mas o que temos que compreender é que quando tenho um composto genotóxico, ele sofre reparo e, depois, é que vai sofrer a mutação. E a mutação pode ter acontecido em locais que não há problema algum.

Assumir que toda mutação vai levar ao câncer já é complexo. Se eu divido, divido, divido de novo, estamos tendo um excesso de zelo não necessário.

Cuidado com essa questão do 10^6 . O que acontece é que quando vamos fazer um teste de carcinogênese, você tem que trabalhar com altas doses. Normalmente, trabalha-se com poucos ratos. Como eu vou ver câncer em 5 ratos? Eu teria que ver câncer, que é um evento raro, em 1.000 ratos, mas eu não analiso 1.000 ratos. Por isso é que eu linearizo e, quando estou linearizando, estou fingindo que o meu experimento teve 1.000 ratos, ou 10^5 ratos, e não houve reparo, e todas as mutações foram ruins e levaram ao câncer. Não sei se vocês conseguem notar como já estamos superestimando, não é para sair compensando no cenário, senão vai ficar um número que é irreal.

Nessa questão do quanto menor, eu sou totalmente contrária. Há substâncias que são boas para o nosso corpo. Às vezes, é muito importante ter um pouquinho e, quando começar o efeito adverso é que é o problema. Quando você falou do NOAEL, isso também não procede, em minha opinião. O NOAEL, para um medicamento, é o que eu quero. Eu quero o efeito bom, e qual é o efeito bom do antibiótico? Matar o microrganismo, mas coloque esse antibiótico no rio. Ele mata os microrganismos do rio, vai alterar a minha produtividade. Temos que saber o contexto do que eu estou falando. Para toxicologia, só trabalhamos com NOAEL, porque o usamos na farmácia. Há remédios que hoje podem matar, mas, em doses terapêuticas, é ótimo.

O que usamos em toxicologia é NOAEL. Eventualmente, pode não se conseguir o NOAEL em experimento, que é isso que a Rúbia quer falar. Quando eu não tenho o NOAEL, dividimos por mais 10 o que eu considero de NOAEL, mas, a partir do momento que alguém fez um novo experimento, imediatamente o número pode mudar, porque é mais preciso. O que nos interessa é o efeito adverso.

Tinha mais uma pergunta, a do Alfredo.

Alfredo, de novo, preocupa-me profundamente alguém me falar em avaliação de risco ecológico. Para mim, que sou uma toxicologista ambiental, o homem está no ecológico, ecológico é tudo. Quando eu falo em avaliação de risco ecológico, eu preciso saber o que eu quero proteger, em que meio, para quem. É avaliação de risco para as garças? É avaliação de risco do mangue na Baixada Santista? Eu tenho que focar. Se alguém for oferecer o serviço e falar: “pode deixar que eu faço a avaliação para saúde humana e, de brinde, ainda dou a de risco.” Não é por aí, é extremamente complexo porque eu tenho que conhecer. Eu não falei

que eu tenho que conhecer a cinética do corpo humano para tomar decisão? Imaginem, eu tenho que conhecer a cinética do peixe.

Eu sei lá quanto que absorve no peixe para eu saber quando ele vai morrer, mas há como estimar. A avaliação de risco ecológico tem que ser precisa. Você quer avaliar o risco do quê, para proteger o quê, frente a quê, em qual meio? É fácil fazer, dependendo da complexidade do número de espécies. Eu consigo calcular o risco do cladocera ser afetado em um rio. É só fazer um teste com dáfnia, conheço o cladocera, faço em um laboratório. É fácil, o problema é fazer essa questão ampla.

Quando se fala em saúde humana, lembrando que quando estou falando em agrotóxico, eu estou falando de saúde humana, estou falando em água. Água não irriga? E via irrigação eu também não posso ter uma contaminação do alimento que eu vou comer? Como eu vou fazer essa conta? É uma conta complicadíssima porque depende de quanto da taxa de irrigação anual fica na alface. Imaginem a complexidade que isso pode tomar.

Aproveitando o meu tempo, pensem também nos animais. Sabem quanto pesa uma vaca e quanto ela bebe de água? Uma ovelha pesa 120 kg e bebe 15 litros de água, se ela estiver amamentando. Aquele mesmo número da *reference dose* pode ser usado para calcular o valor seguro para dessedentação do animal, pensando na saúde do animal. Isso não é ecológico porque o animal é para comer, não é? Você tem que pensar que aquilo que ele comeu pode acumular e eu posso comer. Então, eu também posso fazer uma avaliação de risco usando essa via e coisa pode ser muito complicada.

Sobre o cádmio, a Rúbia sabe muito mais do que eu, se o cádmio for não-genotóxico, eu não sei se o cádmio é não-genotóxico, eu acho que é não-genotóxico. Em geral, os metais agem por via indireta por espécie ativada de oxigênio. Então, vai haver *threshold*.

SRA RUBIA KUNO –

Sobre o cádmio, ainda não apareceu nada falando que ele é genotóxico.

PROF. GISELA DE ARAGÃO UMBUZEIRO –

Eu acredito, a maioria dos metais age indiretamente causando lesões no DNA via espécies ativadas de oxigênio. É a mesma coisa quando ficamos nervosos, dentro da célula acontece a mesma lesão. É bom sabermos que isso também acontece com outros tipos de substância.

Por último, o que a Elvira também perguntou, padrão de emissão e padrão de qualidade são coisas muito diferentes. Padrão de qualidade, normalmente, é baseado em um risco, em uma aceitabilidade de risco, é um número toxicológico ou ecotoxicológico. Padrão de emissão é baseado em tecnologia. Não dá para ser diferente, e a EPA fala isso em todos os manuais. Quando eu tenho o padrão de emissão de uma indústria, eu não calculo o risco de nada, eu calculo qual é a capacidade que está instalada hoje em meu país e que vou exigir, quanto vai custar. Vou dizer: “olha, o máximo que eu consigo para tirar em uma galvanoplastia de chumbo é tanto.

”Eu tenho que fazer a compensação, não se pode jogar no rio se eu quero proteger a vida aquática lá na frente. É isso que precisa ficar claro, não dá para transformar o padrão de emissão em cálculo de risco porque não é assim que fazemos. Eu não bebo diretamente o efluente, isso precisa ficar claro. Às vezes, eu preciso aceitar um diferente risco por conta que ainda não temos instalado no país, como estamos fazendo com o nitrogênio. Estamos aceitando valores de nitrogênio, às vezes mais altos, por meta, porque não temos instalado uma capacidade de tratamento terciário. Temos que entender que isso tem que acontecer e, aos poucos, chegaremos aonde queremos. É melhor ter 20 de nitrogênio, 50 ou 100? Eu prefiro ter 20, já que o máximo que eu consigo ter é 20.

Acho que eu respondi.

SRA RUBIA KUNO –

A segunda pergunta foi do Roca para a Mesa toda sobre o risco ecológico. A Gisela já falou e queria saber se o Bernardino tem alguma coisa a falar.

Você tem alguma coisa sobre o risco ecológico no Brasil?

PROF. BERNARDINO RIBEIRO DE FIGUEIREDO –

Eu poderia comentar alguma coisa sobre o risco ecológico com relação aos fertilizantes. O pessoal está preocupado, “os fertilizantes vão contaminar, mas só o ser humano? Como fica o ambiente?”

Eu estou mais preocupado com a agricultura, que já é uma área modificada, não é uma área natural.

Estou mais preocupado com a aração morro abaixo do que com a adição de fertilizantes.

A aração morro abaixo vai causar um montão de desastres ambientais e há coisas grossas que estão passando e ninguém está olhando, é uma crítica minha à agricultura. Às vezes, as pessoas ficam preocupadas com coisas pequenas. Claro são importantes porque são distribuídas na população geral, mas há coisas grossas acontecendo e é preciso estar sempre observando.

Por exemplo, eu moro em Sobradinho, Distrito Federal. Lá, existe um depósito de lixo. Os caras colocam fogo no lixo e a população respira aquela fumaça todo dia, e não há o que fazer. Em Pernambuco, não existe legislação para contaminação ambiental com chumbo. Sabemos que há uma fábrica de baterias lá. A preocupação toda está em cima de fertilizantes. Claro, há fertilizantes que podem ter concentrações muito elevadas de metais e é preciso haver um monitoramento. Isso é claro.

SRA RUBIA KUNO –

Professor, havia uma outra pergunta, acho que é do Roberto, do MP, não sei se você se lembra.

PROF. BERNARDINO RIBEIRO DE FIGUEIREDO –

Certo, eu anotei aqui. O Roberto gostaria de saber se era saúde humana ou se era risco ecológico, ambiental.

Essa análise de risco foca bem a proteção da saúde humana.

Ele gostaria de saber também de onde vieram os dados para essa avaliação toda.

Eu digo que é uma primeira aproximação desses cálculos. Nós usamos muita coisa, muitos dados do The Fertilizer Institute, porque eles os levantaram.

O que eu gostaria de acrescentar é que a Professora Gisela comentou que as doses de referências deveriam ser diferentes para o Brasil porque a absorção pela pele, os poros, podem ser mais dilatados porque a temperatura é maior, esse tipo de coisa. Esse é um tipo de informação que ainda precisamos acrescentar nesse material, ele ainda está em construção. Temos dados da literatura que ainda não são conclusivos nem suficientes.

Ainda precisamos levantar e estamos agora fazendo esse trabalho de levantamento de metais em plantas e no solo, de dados do solo, por exemplo, coeficiente de partição, isso é importante. Cada solo é um solo. Esses dados são sempre os mais protetores à saúde. Pegamos sempre o limite superior para calcular esse tipo de coisa.

Agora, peso de adultos e crianças, pegamos nos dados do IBGE, taxa de aplicação, dados da FAO, quantidade aplicada de fertilizantes.

Em nosso estudo consideramos 400 e poucos kg de P_2O_5 , fertilizante fosfatado, para a cultura de raízes em geral, batata, mandioca, etc. Sabemos que no Brasil há doses elevadíssimas de fertilizantes em áreas de batata. Fizemos amostragem em uma área no mês passado que tem 3.000 kg de NPK na área para produção de batata. Essa área está sempre sendo utilizada para a produção de batata e, sempre, estão colocando mais fertilizantes ali. É uma área ótima para estudarmos e saber, nesse caso de estudo específico, se vai haver uma concentração mais restritiva de metais nesses fertilizantes. Isso, talvez, vai mudar esses valores que apresentamos.

Acho que há alguma coisa da Carmen falando sobre a diferença de NOAEL e a dose de referência.

Ok, já foi respondida.

Obrigado

ENG. ELVIRA LÍDIA STRAUSS (CETESB) – Só uma observação que eu me esqueci de perguntar aquela hora, que é sobre um mapa que você apresentou, que é área de população sob risco. Qual é a fonte?

PROF. BERNARDINO RIBEIRO DE FIGUEIREDO – Aquele mapa de áreas de risco, sítios de risco, é de uma fonte, parece que se chama Digisolo, é isso mesmo.

PROF. GISELA DE ARAGÃO UMBUZEIRO –

É do Sistema de Informação de Solos da Coordenação Geral de vigilância Ambiental.

Inclusive, o seu dado está um pouquinho defasado. Até dezembro de 2008, já existem 2.318 áreas contaminadas cadastradas com populações expostas.

PROF. BERNARDINO RIBEIRO DE FIGUEIREDO –

Obrigado pela atualização

SRA. RUBIA KUNO –

Vamos prosseguir, acho que dá mais uma rodada. Por favor, mais cinco perguntas.

SR. CLÁUDIO (Ministério Público do ESP)-

Boa-tarde a todos.

Eu tenho uma pergunta, gostaria que a Mesa se manifestasse, mas gostaria que o Professor Bernardino falasse sobre o trabalho que eles desenvolveram no Vale do Ribeira mostrou uma anomalia de chumbo, concentrações de até 1.900 miligramas por kg de solo, alguma coisa assim. Você citou em sua apresentação que há um trabalho sendo desenvolvido junto com o pessoal de saúde do Paraná. Como a discussão está permeando a questão de avaliação de risco, se durante o desenvolvimento desse trabalho fez-se alguma coisa, quais foram os resultados que poderiam ser adiantados em relação à avaliação de risco, tendo em vista essas anomalias.

Outra coisa gostaria de saber se você tem informações de outras anomalias no estado de São Paulo, para que pudéssemos nos situar, para já saber que também há outras anomalias. Até porque você havia falado de um projeto de mapa geoquímico do estado de São Paulo. Dentro dessas anomalias, li, recentemente, uma informação que também aponta algumas anomalias de radionuclídeos no estado de São Paulo. Você tem essa informação? Isso, porventura, está associado a alguns tipos de rochas presentes no estado São Paulo, como basalto, solo roxo? Estou buscando uma confirmação dessa informação.

De qualquer forma, tendo em vista a sua apresentação, particularmente sobre o chumbo, a Mesa, como especialista na parte de avaliação de risco, há alguma informação que a Mesa pudesse acrescentar, além da sua informação a respeito de avaliação de risco para o Vale do Ribeira, pensando no chumbo.

SR. ALBERTO (Ministério do Meio Ambiente) –

Para a Professora Gisela, quando a Sra. falou do aldrin, isso é para qualidade de água, de aumentar o limite? Não?

Certo, você falou que causava efeito em camundongos e não causava em humanos, certo? Eu havia entendido que era para qualidade de água. Levando em conta, também, que aldrin é bioacumulativo, certo? Acredito que sim.

Para o Dr. Giuliano.

Eu fiz uma pergunta ontem e não fui respondido, vou fazer para você também.
Em diferentes culturas onde se come a parte aérea ou a parte subterrânea, como os países tratam internacionalmente a fertilização? Existe alguma diferença? Não sei se, de repente, a subterrânea é mais afetada.

SR. ALEXANDRE PESSOA (Ministério da Saúde)–

Ao Giuliano.

Realmente, fiquei muito confuso em sua explanação quanto à ferramenta de avaliação de risco que vocês utilizaram. Eu não vou usar o tempo para tentar esmiuçar isso, mas dizer que, em relação a essa discussão, acho que uma questão fundamental, que fica muito claro, e que é um dos dados que está faltando, é, primeiramente, uma compreensão melhor dessa coisa chamada avaliação de risco. Parece que há uma avaliação de risco para cada freguês, para cada grupo de interesse.

Primeiramente, acho que teríamos que discutir um pouco mais, porque é uma premissa, hoje em dia, quando se fala em qualquer coisa em termos de meio ambiente e saúde, justamente se dizer até que ponto devemos adotar, para o novo procedimento, tecnologia, atividade, em função do risco que ela pode causar. A avaliação de risco realmente virou uma questão chave, fundamental, como uma ferramenta de política em qualquer área.

Eu acho que deveríamos começar a abrir um pouquinho as caixas de ferramenta, em termos de metodologia, e dizer “que diabo é essa avaliação de risco que o pessoal do Ministério da Saúde está usando?” O pessoal da ANDA, dos fertilizantes, usa outra, a CETESB usa outra. Será que é isso? Eu acho que não. Acho que, pelo menos no caso específico dos órgãos ambientais, não digo que conheço profundamente, mas conheço mais ou menos a base metodológica da avaliação de risco usada pelos órgãos ambientais, e conheço aquela que nós utilizamos no Ministério da Saúde. Sei que são diferentes por objetivos diferentes e tudo mais.

Acredito que nessa questão específica que estamos discutindo aqui, de liberalização de uma nova forma de incrementar aportes de contaminantes ao ambiente, seria muito importante discutirmos mais profundamente as questões de avaliação de risco.

Com relação ao Professor Bernardino, ele colocou uma coisa muito interessante. Ele estava falando das questões do mercúrio e, por acaso, trabalhei durante muito tempo, mais precisamente por quase 20 anos, com questões de mercúrio. Primeiramente com o CETEM, Centro de Tecnologia Mineral e depois com o pessoal do Instituto Evandro Chagas, inclusive em alguns trabalhos sobre as questões do mercúrio, em algumas áreas da Amazônia.

Uma das coisas interessantes, não especificamente o mercúrio, mas qualquer tipo de metal, no caso da Amazônia, o mercúrio chamou muito a atenção porque em determinadas áreas não se descobria de onde os peixes estavam criando toda aquela concentração que eles apresentavam.

Finalmente, hoje temos uma melhor clareza, depois de muitos estudos, é que a eficiência de mobilização de mercúrio a partir dos solos da Amazônia, mesmo quando são teores muito pequenos. Toda aquela dinâmica da lixiviação, aquelas chuvas de águas que passam pelas florestas criam um nível de mobilização, levando esse mercúrio para as drenagens, e nas drenagens também se criam condições excepcionais de metilação, ambientes de bactérias redutoras, etc.

De qualquer maneira, isso é importante para mostrar que existem condições de mobilização de nutrientes, e também de contaminantes. É muito diferenciada em diferentes regiões do Brasil e acho que faltam muitos dados para chegarmos a um nível de segurança para legislações como, talvez, seja possível para o estado de São Paulo. Ainda demanda muitos esforços da nossa academia, de todos que possam dar algum aporte, para que possamos remar com maior segurança.

Nessas duas questões eu gostaria de algum comentário da Mesa.

O SR. HAROLDO –

Sou da ABISOLO. Para o Professor Bernardino.

Na região onde houve o problema com chumbo, qual o teor de chumbo presente na rocha que houve o problema? Qual foi a taxa de aplicação em toneladas por hectare desse resíduo em cima das áreas coletadas?

ENG. LADY VIRGÍNIA MENEZES (CETESB)–

Para a toda a Mesa.

Estamos aqui nesse encontro técnico para, justamente, discutir a viabilidade do uso de resíduos industriais. Estamos tentando montar o elefante, e acho que estamos conseguindo isso, pelo menos estamos vendo várias partes do elefante. Isso é mais uma reflexão que eu queria fazer e queria ver com vocês se podemos seguir um caminho parecido com o que eu estava pensando.

Como a Gisela falou quando se faz avaliação de riscos, estabelece-se valores seguros e esses valores são ratificados pela sociedade. A sociedade, neste momento, somos nós que estamos nessa sala, essa é a sociedade, o grupo do CONAMA que está formulando. Nós somos os formuladores de uma política, nós somos os representantes da sociedade.

Nós temos uma série de indicativos de que existem esses valores que foram estudados. Eles basearam os valores orientadores, que é o valor de qualidade e de intervenção. Temos um contexto que pode ser usado para formulação e, dentro desse contexto, estabelecer alguns limites máximos para cada tipo de contaminante no solo. Eu poderia fechar uma conta, estou tentando entender e ver se consigo fechar uma conta em termos do que pode ser disponibilizado à planta, o que pode ficar no solo, considerando os valores seguros.

É claro que também teremos que considerar a taxa de aplicação, a questão do limite tecnológico, que amanhã até iremos verificar essa questão de tecnologia existente.

Estou querendo entender e fazer uma contextualização, uma vez que o nosso trabalho é verificar a viabilidade do uso. É possível? Dentro de que contexto e como podemos estruturar toda essa questão que estamos tentando construir. Basicamente é isso

O que poderia ser proposto para o próprio CONAMA? O CONAMA é um órgão de conselho nacional que, se falta questões a serem estudadas, se existem programas que devem ser desenvolvidos, eu acho que também poderíamos pontuar aqui. Podemos aqui pensar em fazer uma moção para o CONAMA, ou estabelecer um trabalho conjunto entre vários órgãos. Nós temos, aqui, associações das empresas, instituições de pesquisa. De que maneira podemos visualizar? Eu posso fazer essas pesquisas daqui a 4 anos.

Bom, então vamos viabilizar isso, vamos verificar como se faz. O que podemos fazer agora? Dentro do contexto do que temos, o que podemos fazer a curto, médio e longo prazo?

Eu queria um pouquinho dessas considerações. Isso é mais uma reflexão para que possamos discutir com vocês.

Obrigada

SRA. RUBIA KUNO – Vamos fechar, há apenas mais uma pergunta. Apesar de ser a sexta, ele está desde ontem tentando falar. Encerra nele para que tenhamos tempo para as respostas.

ENG. FÁBIO NETTO MORENO (CETESB) – A minha pergunta também é para o Giuliano. Ele falou que tem uma RBC, que é um limite aceitável de cádmio nos fertilizantes, que foi, se não me engano, 5,8 miligramas por kg. Isso pode indicar que aplicando um fertilizante com mais de 5,8 miligramas por kg, você não vai ter um risco para via de exposição a consumo de vegetais por consumo humano.

A minha pergunta é: quanto que se pode aplicar? Esse cádmio vai entrar no fertilizante fosforado dentro de uma formulação exigida para a cultura muito mais elevada. Você vai aplicar quantidades massivas de fertilizantes fosforados contendo esse cádmio que, no final da taxa de aplicação, podem ser bastante elevadas. O sistema solo-planta não tem uma capacidade de autodepuração para metais dentro do final de ciclo de cultivo da cultura.

Quando a cultura crescer e você colher, por exemplo, a laranja, que dá 30 toneladas por hectare, ela vai remover gramas desse cádmio na cultura. Esse cádmio vai permanecer no

sistema solo-planta e, não só vai permanecer, como no decorrer dessas aplicações ele vai continuar se acumulando pela aplicação do fertilizante.

A pergunta que eu faço é isso, até que ponto pode se considerar seguro, ecologicamente falando em termos de risco à saúde humana, a aplicação de um fertilizante contendo um elemento que não é absorvido pela vegetação, o cádmio, dentro dessa base de risco que é considerada como 5,8 miligramas por kg?

SRA. RUBIA KUNO-

Vamos iniciar com o Professor Bernardino respondendo a pergunta do Cláudio, do MP.

PROF. BERNARDINO RIBEIRO DE FIGUEIREDO –

Eu já posso responder a todas, já que todas são dirigidas a mim.

Na verdade, não dispomos de um mapa geoquímico de solos do estado de São Paulo. Anomalias de chumbo, em São Paulo, o que se tem é uma listagem de áreas contaminadas, que é a listagem da CETESB, que muitas vezes atrai a atenção de estudantes de pós-graduação que realizam suas teses. De vez em quando se vê mencionar localidades. Não há esse mapa.

Além do mapeamento geoquímico, a geociências dispõe de uma série de outras técnicas de observação do território, uma delas são os levantamentos geofísicos. O levantamento radiométrico, que mede radiação de solo, pode gerar mapas radiométricos e acusar anomalias. Anomalias de urânio, tório, potássio, normalmente são esses os elementos. O que acontece é que grande parte do território de São Paulo é coberto de rochas com pouca sílica, que nós dizemos básicas, que são os basaltos, que não é esperado nessas rochas grandes radiações.

O Geofísico Francisco Ferreira, da Universidade Federal do Paraná, é que me comunicou em uma ocasião, que nessas casas radiométricas você pode observar algumas anomalias de radiação em cima de rochas onde não seria esperado causado por, provavelmente, aplicação. Os fertilizantes fosfatados levam um nível de radiação desde a rocha de onde são produzidos. O levantamento geoquímico é muito interessante porque quando você tem uma anomalia, seja positiva ou negativa, por excesso ou por deficiência, vem sempre a pergunta: “é natural ou é antrópica?”

O que eu insisti na minha palestra é de que não podemos reduzir tudo à ação antrópica porque existe natural. Estas são as mais difíceis de descobrir, as pessoas não estão alertas a quanto estão expostas a coisas que são naturais. Eu acho o conhecimento do solo do Brasil indispensável para saber isso, mesmo que seja o levantamento mais barato, que é o de baixa densidade.

Eu também concordo com o ponto de vista do Dr. Alberto da necessidade desse maior conhecimento do solo. Na Amazônia, devido à distância e aos custos, a densidade poderia até ser menor, mas ainda assim seria orientadora em termos de áreas específicas que poderiam ser melhor detalhadas.

Se nós olharmos o levantamento de qualidade de água, e isso também coincide com os estudos do Dr. Hirata, que é hidrogeólogo da Geociências da USP, veremos que há uma anomalia de cromo no oeste do estado de São Paulo que se reflete e algumas concentrações significativas de cromo em água subterrânea e que o Professor Hirata considera que é do contato com rocha, que são anomalias naturais de cromo. Ainda não foi apontada uma ação antrópica.

Os estudos do Vale do Ribeiro tiveram desdobramentos não com a velocidade que esperamos, mas os nossos estudos e de outros autores foram muito utilizados pela Secretaria de Saúde que, junto com o Ministério da Saúde, realizou uma avaliação de risco. Esse relatório de avaliação de risco de Adrianópolis foi concluído em setembro do ano passado. Já foi feita uma audiência pública em Adrianópolis e esse relatório é importantíssimo porque ele aponta para pavimentação de ruas, algumas ações do Poder Público de mitigação do problema.

Respondendo ao Aroldo, não é que a empresa pegou um pó e distribuiu uma certa quantidade por hectare. O que aconteceu foi uma emissão atmosférica de particulado que contaminou até uma distância de 1,5 km, 2,0 km áreas habitadas durante 50 anos. Mesmo com o fechamento

da empresa em 1995, o problema continuou. A percepção da população em relação ao risco é de que se a empresa fechou, então o risco acabou, porque a nuvem preta que eles cresceram vendo cessou. Na verdade, o solo, como explicou um colega ontem, funciona como uma fonte secundária. Agora, o solo passa a ser a fonte de chumbo para aquela população, ainda mais quando esse solo é utilizado nas hortas para plantar uma complementação da alimentação dessas famílias, que são pobres.

Em minha exposição não tive tempo de falar de Santo Amaro, mas eu gostaria de falar porque esse caso é muito importante. Santo Amaro da Purificação não fica muito longe de Salvador, é terra de Caetano, Bethânia.

Essa cidade também tinha a Plumbum, e ela fez como a Plumbum de Adrianópolis, estocou escória, os rejeitos, deixou tudo exposto e também emitiu muito para a atmosfera, então, contaminou solos na vizinhança de empresa.

Desde a década de 70, ela começou a doar a escória para as prefeituras pavimentarem as ruas e para os moradores aterrarem os seus quintais, eventualmente alagadiços. Para uma população de 60 mil habitantes, aquele poluente foi espalhado por toda a cidade. Esses ex-prefeitos, alguns depois apareceram em alguns escândalos de corrupção, estavam querendo fazer um bem, aterraram as ruas, depois colocaram, paralelepípedo, asfalto.

A empresa sabia o que ela estava doando para a prefeitura e para os moradores. Elas sabiam porque o problema da toxicidade do chumbo se sabe desde a época do Império Romano. A decadência do Império Romano está associado a tomar vinho que era estocado em barris de chumbo, encanamento dos banhos romanos, o grande uso do chumbo como moeda. Essa coisa da toxicidade do chumbo, que é um elemento perigoso, é uma coisa milenar e essa empresa, em pleno século XX, sabia perfeitamente que material estava doando para espalhar na cidade. Então, aí existe uma questão que tardará a ser resolvida, mas existem ações, discussões, debates, associações,

A Lady falou que nós somos os representantes da sociedade. Nós somos os representantes de alguns setores da sociedade. No momento que se tem uma situação como a de Santo Amaro, formam-se associações de vítimas da contaminação, formam-se associações de pecadores que não querem ouvir falar de chumbo porque pode desvalorizar o seu produto, formam-se vários grupos de interesses.

O conhecimento, o saber científico não é o único saber que existe na sociedade, na população. Existem disseminados na sociedade uma série de outros saberes, crenças, convicções, uma série de coisas que teremos que levar em conta. Não podemos ficar nessa posição de peritos que iremos passar um conhecimento para aquela população ignorante para resolver determinado problema, porque eles não sabem nada. No gerenciamento do risco, uma coisa muito importante que acontece, é que você precisa levar em conta essa resultante, ainda mais em um país, que queremos cada vez mais democrático.

Essa questão que estamos levantando agora, ontem o professor hidrogeólogo falou assim: “é possível fazer limites, vamos fazer um cálculo, fazemos de trás para frente, é possível.” Só que uma proposta, para que ela vingue, não é apenas necessário que ela seja correta ou possível. Nós temos que pensar também se ela é necessária. Eu acho muito difícil para nós cientistas encontrarmos um argumento científico que justifique, e até possa ser entendido pela sociedade como justo, acrescentar e espalhar contaminantes pelos solos do Brasil, quando eles não são necessários para a planta, nem para o alimento, mas já estão comprovadamente caracterizados como substâncias perigosas em qualquer concentração. Qual é o argumento científico?

Há a questão política, econômica, tudo bem, mas além da questão política, econômica, também existe a questão ética.

Temos uma sociedade, então temos que analisar exatamente qual vai ser a mensagem, qual vai ser a justificativa que possa ter essa legitimidade. De qualquer maneira, a proposta não precisa ser apenas correta, possível ou necessária. Ela ainda tem que adquirir a legitimidade da população na qual pertencemos apenas como um grupo, e não como porta-vozes de todos os grupos.

SRA. RUBIA KUNO-

Devido ao avançar da hora, vou passar a palavra para a Gisela para responder todas as questões, e depois para o Giuliano.

Por favor, como está sendo gravada essa sessão, você poderia citar que você está respondendo a pergunta de quem, citar a pessoa.

PROF. GISELA DE ARAGÃO UMBUZEIRO –

Eu gostaria de responder à pergunta do Alberto com relação ao aldrin. Quando eu disse que o aldrin não era carcinogênico, não disse que não era perigoso.

Ele é simplesmente hepatotóxico, é uma substância bastante perigosa. Eu só disse que ele causa diferentes efeitos.

Você se lembra naquela curva o efeito que eu meço para a hepatotoxicidade, ou outros nuances desse efeito, por que eu não posso considera-lo como carcinogênico? Porque não é plausível o modo de ação dele em humanos como carcinogênico. O número só vai ser diferente, porque quando eu considero carcinogênico, eu tenho que fazer uma linearização da minha curva. O aldrin é muito tóxico, porém ele deve ser legislado hoje, à luz dos conhecimentos atuais, como hepatotóxico.

Quando você me perguntou se ele é tóxico para água, digo que o perigo independe se é água, se é solo, se é ar. Quando eu digo que a dose de referência é de 1 miligrama por kg por dia, eu digo que por todas as vias eu não posso ter mais do que 1 miligrama por kg por dia, entendeu? Você tem que pegar esse 1 miligrama e fazer um acordo entre todos os usuários dessa miligrama porque cada vez que eu tenho uma nova fonte, eu tenho que dividir. Se eu não tenho chumbo naquela região no ar, eu posso deixar para a água, ou vice-versa. O que precisa ficar muito claro aqui, por isso no início disse isso, há que saber o perigo da avaliação do risco. O que varia muito, como o professor bem disse, são as condições do cenário. Claro que eu vou ter um cenário para cada solo brasileiro, porém, será que seria possível termos um único perigo?

Esta é a minha proposta. Nós temos que acordar o mesmo perigo, senão o grupo da saúde vai fazer uma conta, a CETESB vai fazer outra conta, e não sei quem vai fazer outra conta, e a conta não vai bater, mesmo com o mesmo cenário porque não acordamos o perigo. Esse número precisa ser acordado nacionalmente.

Enquanto não tivermos isso, tenho certeza de que teremos muitas discussões e não estamos identificando de onde vem a variabilidade.

Eu concordo que tudo pode variar em cenário, mas como podemos ter uma *reference dose* de uma substância qualquer, se para a saúde é 1, para a CETESB é 0,1, para não sei quem é 10. Não é possível, nada vai combinar, concorda? A substância é a mesma e o ser humano é o mesmo.

Todos os países assim fizeram esse acordo. A Comunidade Européia decidiu que ela vai ter que conversar porque cada país tinha o seu número. O solo da República Tcheca está grudado com a Alemanha. Neste pedacinho você pode ficar à vontade, mas ali, porque tem uma fronteira, o indivíduo não pode mais recriar naquele lugar, isso não é possível. Eles estão harmonizando esses valores através do sistema GHS, do Reach, o que eu acho que podemos pegar uma carona.

O que fizemos, a Rúbia, eu, alguns grupos e algumas pessoas que entenderam que as doses de referência no Brasil precisam ser conversadas, é propor um evento chamado Estratégias para Definição de Critérios Ambientais na América Latina. Estamos trazendo pessoas da Argentina, que estão com o mesmo problema.

O rio do lado da Argentina atende aos padrões, mas o rio do outro lado, não. Basta mudar de margem e você tem toda uma diferença. Estamos discutindo principalmente doses de referencias.

Acho que se conseguirmos dirimir, pelo menos acordar qual é a dose de referência do chumbo para o Brasil já vai ajudar muito na discussão. Aí, só fica para variar o cenário.

Quem tiver interesse, esse evento vai ser de 16 a 20 de novembro. Uma discussão fechada para pessoas da área e vamos abrir para alguns ouvintes para que possamos tentar achar

formas de fazer essa harmonização, o que não será fácil, mas é possível. Se a Europa está conseguindo fazer, acho que o Brasil poderia pelo menos visualizar isso. Seria interesse de todos os atores desta região, independente de tudo o que o Sr. Bernardino falou, mas pelo menos, o perigo poderíamos acordar.

A única coisa que consigo, neste momento, sugerir é o combinado das doses de referência porque isto já vai aumentar nossa capacidade de se centrar na questão científica. Do ponto de vista de como a universidade, ou de como os cientistas da área de toxicologia podem ajudar é definindo melhor esse perigo.

Claro que as pessoas especialistas em solo podem ajudar definindo melhor os cenários, e assim por diante para cada cenário

A minha sugestão é que o CONAMA, juntamente com o Ministério da Saúde e todos os outros atores que usam padrões de qualidade ambiental, pelo menos tenham esse acordo com relação a o quê que consideramos o quê.

Provavelmente, não teremos alterações na 518, sabem por quê? Porque normalmente nós copiamos da Organização Mundial da Saúde, e a Organização Mundial da Saúde há muitos anos não considerava o aldrin como carcinogênico, somente a EPA. Se eu pego o número dos Estados Unidos, ele vem um número, se eu pego da Europa, vem outro. Provavelmente, não teremos alteração em muitas daquelas coisas porque o valor já está copiado da Europa é perigo, cenário é outra coisa.

O perigo é determinado por estudos toxicológicos e por estudos epidemiológicos e precisa ser acordado com esse grupo de indivíduos.

SRA. RUBIA KUNO –

Vou passar a palavra para o Giuliano.

PROF. GIULIANO MARCHI –

Eu gostaria de começar respondendo à pergunta do Alberto sobre a diferença entre a absorção de metais pelas culturas que você coleta a parte aérea para alimentação e a subterrânea.

Isso é difícil de responder, talvez, por isso, você não conseguiu uma resposta com muita certeza do palestrante porque depende da cultura, das condições do solo, da quantidade de metal, de muitos fatores.

Sabemos que em culturas de raízes, a quantidade de fertilizantes é mais elevada. No nosso cálculo, consideramos uma dose mais elevada, mas como o Dr. Alexandre comentou, não encontramos nada em raiz de mandioca. Alguns trabalhos mostram que a mandioca, no caso do chumbo, não acumula na raiz, acumula na parte aérea. Algumas plantas acumulam na raiz. Em formas de exclusão metal, cada planta tem uma característica.

É difícil de explicar, teria que estudar a planta específica que você tem interesse. Não posso generalizar e dizer que é a parte aérea ou a cultura de raiz. É difícil.

Sr. Fábio, se você vai adicionando fertilizantes e ao longo do tempo vai ocorrendo o aumento da concentração desses metais no solo até a hora que você tem o solo contaminado. Você tem que levar em consideração aspectos inerentes do solo. Há vários tipos de solo, arenosos, argilosos, solos que vão reter mais metal, solos que vão reter pouco. Há áreas com pouca chuva e esse metal vai acabar sendo lixiviado. Apesar de ser a uma taxa lenta, ele vai acabar descendo no perfil, e outros solos, não. Você tem cenários em que você terá extração pelas plantas, que pode ter uma concentração mais elevada, dependendo do nível de concentração desse metal no solo, ou não.

No caso do risco-benefício, por exemplo, você tem que considerar isso. É o mesmo caso do 2,4-D, ele tem um risco. O aplicador está aplicando o 2,4-D é um herbicida, e ele aplicar e tem o risco porque também há uma toxicidade. Temos 49 anos de uso de 2,4-D e o risco-benefício seria mais baixo, ele é importante para a produção de alimentos. A mesma coisa com os fertilizantes, você pode ter um caso que acumule muito

Na Califórnia há um programa, até o meu orientador estrangeiro estava trabalhando nisso, que eles tinham dados do solo de 1970 da Califórnia das concentrações background do nível de

base de metais. Eles estavam naquela época avaliando como é que foi. Será que está elevando a quantidade de metais no solo? Isso ainda está em estudo.

A chance de você ter uma concentração muito elevada de metais com a adição de fertilizantes só se você considerar um prazo muito longo, e com doses elevadas também. Se você considerar o cromo, não consegue extrair do solo, mesmo a planta não conseguiria extrair, mas ele é necessário, essencial para nós.

Estamos pensando mais em elementos perigosos, que não são essenciais, cádmio, arsênio. O cádmio você disse 5,8 miligramas por kg.

Há um exemplo que ocorreu na Hungria. O pessoal usava muito lodo de esgoto no solo. Eu vi o mapa de Hungria com a concentração de arsênio nesse solo. O solo de praticamente todo o país estava contaminado com concentrações elevada de arsênio. Dependendo do material, se for mesmo rico no metal, e naquela época que eles aplicaram todo aquele lodo, e talvez não houvesse tantos estudos ou preocupação com metais, eles acabaram prejudicando o solo deles. Por isso que estamos aqui para discutir sobre esse tipo de coisa e saber se os metais prejudicam ou não, qual a concentração que podemos aplicar, qual é o risco-benefício. Isso tudo.

Eu participei de uma reunião na Embrapa sobre o uso de água utilizada em extração de óleos de xisto. Essa água vem da rocha e é ainda é usada para resfriar todo o sistema. Essa água está sendo vendida, há duas empresas que vendem essa água de xisto, só que essa água é utilizada para aplicação foliar.

Ela não é utilizada no solo. Ela tem 8ppm de mercúrio, isso sim, eu acho que é uma coisa a se preocupar, e parece que já está sendo comercializado.

Eu participei de uma reunião na Petrobrás e fiquei preocupado, pois quando eu questionei: “o que é isso, eu quero fazer um estudo com isso”. Parece que o projeto morreu, não continuou, não sei qual é a razão. Não conseguimos obter essa água para o trabalho.

Meu intuito aqui é levantar informações e trazer dados, os melhores possíveis, para poder auxiliar a normatização e melhor esclarecimento de tudo.

Eu gostaria de colocar a situação do xisto porque eu fiquei preocupado. Não sei se essa água é perigosa ou não, mas como é aplicado foliar, para mim, é a mesma coisa que aplicar na veia. Não vai para o solo 8ppm. Eles disseram que para vender eles têm que diluir essa água. Eu perguntei: “quantas vezes?” “Dilui 10 vezes”. É isso mesmo. O que eles me apresentaram tinha esse valor, se é diferente, peço desculpas. Não era só o mercúrio que me alarmou, era mais um que não estou bem lembrado agora, mas em uma concentração menor do que a que vocês têm. Eu não tenho o dado oficial, eu vi a apresentação.

SRA RUBIA KUNO –

Acho que vamos encerrar essa sessão. Quero agradecer imensamente aos palestrantes, muito obrigada, e convidá-los. Amanhã retornaremos às 08h30min e vai ser bem interessante. Vai ter toda a parte da produção e a parte de legislação. Obrigada.

CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES DE CADA PALESTRA

PROF. ALFREDO SCHEID LOPES

Temos ferramentas, a análise de solo, análise foliar e diagnose visual e o conhecimento do histórico da área, para fazer a diagnose do que os solos precisam ou não precisam. Infelizmente, nem todo agricultor tem acesso a estas informações, o que não é um problema da

pesquisa, mas de extensão rural para que as informações disponíveis sejam levadas até o pequeno produtor, ou agricultor de subsistência.

Os solos no Brasil não são uniformes, mas eles tem algo em comum: todos esses solos têm baixa disponibilidade natural de praticamente todos os nutrientes, com exceção de ferro.

Dependendo da dose de micronutriente utilizada, eu tenho um efeito residual que dá disponibilidade para planta em três, quatro ou cinco anos. O agrônomo tem que conhecer essas alternativas para chegar dentro da melhor solução técnica e econômica, e da menor possibilidade de causar danos ambientais.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, dentre os dez principais fatores de risco de levar doenças aos países em desenvolvimento a deficiência de zinco e de ferro são responsáveis por 3,2% e 3,1% desses problemas.

Com os números atuais de aplicação de micronutrientes, mesmo não sendo perfeitos, acho que teremos condições de oferecer garantias para o produtor muito mais próximas de um número que, em futuro próximo, poderá ser melhorado.

PROF. GUILIANO MARCHI

No caso do Brasil, a taxa de aplicação de fertilizantes fosfatados em vegetais, raízes e grãos adotada é de 6 kg por hectare a cada três anos, pois os micronutrientes tem um efeito residual.

A quantidade de chuva, também, influencia na acumulação do metal no solo.

No caso dos fertilizantes fosfatados, para arsênio, cádmio, mercúrio e zinco, as RBC, concentrações baseadas em risco, para o Brasil foram mais restritivas do que nos Estados Unidos. Isto porque, o coeficiente de partição do metal, que é o Kd, do solo para a água era maior no Brasil, gerando maior acumulação no solo e portanto, há um maior risco de transferência para a planta, que pode ser comida, para contato da pele e ingestão acidental do solo.

Comparando a concentração baseada em risco com a Instrução Normativa 27, com a legislação, para todos para fertilizantes fosfatados, a RBC calculada está em verde e a Instrução normativa em amarelo, foi superior à Instrução Normativa, significa que a Instrução Normativa é mais protetora da saúde do que os valores que calculamos.

Os dados que levantamos indicam que esses metais nos fertilizantes, a priori, não causam efeitos adversos à saúde no Brasil e sugerem que limites equivalentes às RBS, estabelecidos pela legislação, são seguros.

PROF. BERNARDINO RIBEIRO DE FIGUEIREDO

A geologia médica se ocupa, segundo a opinião de muitos autores, da exposição ao excesso ou deficiência de elementos químicos. Como exemplo tem-se a inalação de poeiras minerais, que pode ter origem natural, vulcânica, desertos ou antrópicas, a exposição a compostos orgânicos, radionuclídeos, micróbios, etc.

Para muitos autores vivemos em uma sociedade de risco pela manipulação crescente de materiais, cada vez mais novos materiais são produzidos, com problemas sociais associados.

Pelos dados de 2007, a comunidade internacional mantém como os três elementos considerados mais perigosos, o arsênio, chumbo e mercúrio.

Das 20 substâncias mais perigosas, são 6 metais.

Temos no Brasil solos naturalmente enriquecidos por arsênio. Isso revela um dos aspectos da geologia médica, que é o de não apenas se debruçar no estudo de áreas contaminadas, mas também descobrir anormalidades de origem natural que são desconhecidas, às quais as pessoas estão expostas sem saber, daí a importância de levantamentos geoquímicos.

A importância de se realizar, no Brasil, estudos multidisciplinares para a elaboração de um mapa geoquímico, que em muito auxiliaria na avaliação da química dos solos e águas do seu território.

O Brasil tem uma grande variedade de solos e, por exemplo, com relação ao mercúrio, uma coisa muito importante a ser considerada é a reação das bactérias em determinados lugares, produzindo a metilação do mercúrio, que é a sua forma mais tóxica, a mais venenosa, além da condição de bioacumulação desse metal.

A PROF. GISELA DE ARAGÃO UMBUZEIRO

Todas as substâncias químicas têm essa capacidade inerente de causar um efeito adverso, dependendo da condição em que ela se encontra, depende do cenário a que eu estou exposto.

O risco é a probabilidade de o efeito nocivo acontecer, portanto não é um número puro, ele é um produto do perigo da substância multiplicado pela exposição é um produto matemático.

A aceitação do risco não é feita por toxicologistas, mas sim pelos gestores, pela economia, pelo desejo da sociedade de ter aquele bem ou aquela situação.

a avaliação do risco toxicológico é uma ferramenta muito útil, tanto caso a caso, quanto para regulamentação de cenários genéricos. Deve ser usada com critério e ser transparente, todos devem entender o cálculo e o que foi assumido. As pessoas podem não concordar, mas, pelo menos, entenderam e vão saber por que. Ela deve ser organizada por um grupo de especialistas. Do mesmo jeito que se consulta um advogado, deve se consultar um toxicologista porque dificilmente se tomará as melhores decisões se não for assim.