

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE

CÂMARA TÉCNICA DE SAÚDE, SANEAMENTO AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS.

Processo: 02000.002955/2004-69

Assunto: GT USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS INDICADOS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FORNECEDORES DE MICRONUTRIENTES UTILIZADOS COMO INSUMO AGRÍCOLA

4ª REUNIÃO ORDINÁRIA DO GRUPO DE TRABALHO INTERINSTITUCIONAL SOBRE USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS INDICADOS COMO MATÉRIA PRIMA PARA FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FORNECEDORES DE MICRONUTRIENTES UTILIZADOS COMO INSUMO AGRÍCOLA

ENCONTRO TÉCNICO: A VIABILIDADE DO USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS INDICADOS COMO MATÉRIA PRIMA PARA A FABRICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES: VISÃO MULTIDISCIPLINAR E INTERINSTITUCIONAL

RELATORIA – DIA 01 DE ABRIL DE 2009

Período da manhã - Tema 1: Ecologia do Solo

RELATOR - Roberto Varjabedian ATP/CAEX/MP/SP

## APRESENTAÇÕES

I) Prof. Dr. Wellington Braz Carvalho Delitti.

Currículo resumido - Graduado em Botânica, tem mestrado e doutorado em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Atualmente é professor titular do Departamento de Ecologia da USP e Diretor do Instituto de Biociências. Sua experiência profissional é em Ecologia com ênfase em Ecologia Funcional, atuando principalmente em ciclagem de nutrientes, ecologia, mata atlântica, poluição aérea e cerrados.

- Material de apoio da apresentação:

[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/10F798CF/Pales01\\_Welington.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/10F798CF/Pales01_Welington.pdf)

- Exposição do Prof. Dr. Wellington Braz Carvalho Delitti.

Minha proposta hoje é refletir um pouco a respeito desse tema tão importante e problemático.

Resolvi colocar o tema “*Os solos como componentes de ecossistemas*” porque é o título de um trabalho muito importante, de Witkamp, que saiu na prestigiosa revista *Annual Review of Ecology and Systematics*, que reúne e sintetiza os trabalhos de todo programa biológico internacional que ocorreu na década de 60 quando, pela primeira vez e de uma forma ampla e sistemática, o solo deixou de ser visto apenas como um substrato para plantas cultivadas.

Naquele amplo programa de pesquisa, as demais interações, os solos sem uso agrícola de todas as latitudes, de todos os países, de todos os continentes foram alvo de algumas pesquisas sendo que especialmente na região temperada, de acordo com a riqueza dos países, a intensidade das pesquisas foi maior ou menor.

É um trabalho importante na nossa área e demonstra a necessidade de conhecimento mais profundo de todos os componentes do solo que, como veremos a seguir, é o ambiente que tem a maior biodiversidade entre todos, mais do que uma floresta, se não considerarmos o solo da floresta. Dentro da Floresta Amazônica, a maior diversidade está no solo da Floresta Amazônica.

Fiquei feliz em encontrar essas citações em *sites* do agronegócio, mostrando a necessidade em encontrar uma maneira do desenvolvimento sustentável, na sua forma mais pura e ampla.

Esta figura é para lembrar a vocês o que vocês já sabem: entre os organismos que afetam a pedogênese está essa grande gama da biota do solo, composta por vários grupos de elementos, e o homem cada vez mais.

O solo não é um produto pronto e acabado, ele estará em constante modificação ao longo do tempo, principalmente com as interferências dos organismos vivos, se o clima mudar, se adicionarmos substâncias e outras coisas.

Essa é a perspectiva da Embrapa de novamente se assegurar esse conhecimento profundo do solo em toda sua amplitude para que o manejo seja efetivo e sustentável para as gerações futuras. Já começamos a defender a idéia de um embasamento científico e multidisciplinar, considerando todos os aspectos do solo e não apenas a relação com a planta cultivada.

Esses são os principais processos que ocorrem no solo. Não vou entrar em detalhes porque todos são bastante conhecidos. Achamos que existem muitos outros que ainda não conhecemos, mas que deverão ser conhecidos.

Destaco que o transporte pelo fluxo hídrico interconecta os componentes do ecossistema e também interconecta ecossistemas adjacentes numa matriz de paisagem ampla e, ao final, conecta toda a biosfera de forma que não podemos pensar de maneira muito pontual porque as ações não ficam restritas àquele ponto.

Essa é apenas uma figura para lembrar. O agricultor, o homem do campo, está vendo de uma maneira, mas nós nos afastamos e já vemos a conexão de um campo cultivado com a floresta. Numa matriz de paisagem, já tem o ser humano, o corpo de água adjacente, de onde provavelmente tiram água para consumo humano, para irrigação e todos os elementos estão interconectados.

Não há dúvida de que o solo é uma das maiores riquezas nacionais no Brasil e em qualquer país, a não ser nos países do Oriente, onde o solo é de difícil cultivo, mas o subsolo é rico em petróleo.

Na maior parte dos países, o solo é uma enorme riqueza que pertence a toda nação, não deveria pertencer apenas aos donos da terra, deveria ser um bem comum.

Os serviços gerados pelo solo foram avaliados em 13 trilhões de dólares, em 1997. É um número assustador. Considera-se que pelo menos a metade desses serviços seja decorrente da atividade da biota do solo. É um bem que não se pode perder. Esses cálculos são feitos tentando construir um hectare de solo de cerrado, solo agrícola ou solo para uma floresta. São cifras realmente impressionantes.

Entre os serviços ambientais em geral, o solo é o serviço ambiental de maior valor econômico, pelo menos essa é a informação que eu obtive. Volto a dizer que é um ambiente de altíssima riqueza de espécies e de diferenciação nas suas composições. Esse exemplo é muito citado e eloqüente: um grama de solo pode ter 10 mil espécies de microorganismos, um bilhão de bactérias, 250 gramas de minhoca por metro quadrado e 100 quilômetros de hifas de fungos por metro quadrado. Todos esses componentes têm de ser levados em conta numa perspectiva ética porque todos têm direito à persistência na biosfera, numa perspectiva de manejo funcional porque todos eles exercem uma função no solo que não deve ser perdida.

Quem não estiver habituado, consideramos que o cerrado é uma região de altíssima diversidade. Lá existem 1200 espécies de árvores no cerrado inteiro, que são dois milhões de quilômetros quadrados. Estamos falando de um grama de solo com 10 mil espécies. O cerrado tem cinco mil espécies de herbáceas em toda sua extensão de mais de um quinto do território nacional na sua forma original, em termos de parâmetro do que é riqueza e o que não é riqueza.

Procurando a literatura, vi que em estudo editado, foi observado durante 18 anos o efeito de metais pesados sobre a microbiota do solo. Os autores tanto apontam as alterações, alteram as quantidades de microorganismos presentes e também a qualidade. O interessante é que os autores já relatam a insuficiência de repetições, de estudos em outras regiões e falam que foi só esse caso, é discreto, é importante essa visão da extensão do seu trabalho.

A adição de qualquer elemento ao solo deve ser profundamente embasada, levando em conta todos os efeitos em todos os componentes - nas plantas, nos seres humanos, na biota do solo, na água subterrânea, nos ecossistemas adjacentes -, considerando também os efeitos de bioacumulação.

No Oriente, os japoneses comem o atum cru e o atum vem de uma cadeia trófica de seis níveis, ou seja, ele está no sexto nível trófico. As senhoras que comem o atum, o sashimi, não devem amamentar os seus filhos. É melhor dar o leite em pó, que não está contaminado, do que dar o leite materno, que está totalmente contaminado. Esses são efeitos que devem ser considerados também.

As abordagens simplificadas não podem ser extrapoladas para sistemas mais complexos, já que cada metodologia só pode ser usada no âmbito da sua investigação. Isso é bastante básico da ciência e não pode ser esquecido de nenhuma maneira.

Usamos bastante esse relatório feito na CETESB de Valores Orientadores de 2001 e, já em 2001, foram observadas várias perspectivas do risco do manejo dos solos. Primeiro é a diversidade dos tipos de solo existentes no Brasil. Nosso País tem uma dimensão continental variando em tipos de clima, material parental e histórico de uso tanto pretérito das populações indígenas que tinham um impacto menor e, quanto mais recentemente, maior o impacto.

Quero contar uma história: recentemente uma aluna minha defendeu uma tese que pretendia verificar se o *Eucalyptus sp* ou o *Pinus sp*, sob o solo do cerrado, em florestas implantadas, tinham um efeito sobre o estoque de carbono no solo. Essa é uma pergunta pertinente já que se usam essas espécies para esse fim. Procuramos locais que tinham o Cerrado original no qual tinham sido plantados *Pinus sp* e *Eucalyptus sp* da mesma idade. Nós tivemos o cuidado de não fazer isso só em um lugar. Fizemos réplicas reais de quatro lugares e encontramos a mesma situação.

Para poder extrapolar se um efeito existe mesmo, você não pode fazer em apenas um lugar.

O primeiro lugar que fizemos foi a Estação Experimental de Mogi Guaçu, onde tem o cerrado, o eucaliptal e o pinheiral.

Aquele resultado vale para aquela região. Repetimos a mesma coisa em Itirapina, Pederneiras e Luis Antônio. Se houver um efeito semelhante em 4 locais, temos poder estatístico de extrapolar um pouco esse resultado. Mas se eu fizer só em um local, ecologicamente eu não posso extrapolar para outros locais. Esse é um aspecto metodológico.

O outro é que as nossas premissas eram que tudo isso tivesse ocorrido na mesma região climática, no mesmo tipo de solo. Pegamos as cartas de solo, todos eram Latossolo Vermelho e Amarelo, mas ao final, quando começamos investigar um pouco mais, vimos que as coisas diferiam muito e as diferenças decorriam de pequenas diferenças nos solos, principalmente no componente de um pouco mais, um pouco menos de argila.

A Leda defendeu a tese, foi aprovada, mas a pesquisa continua agora em outros laboratórios. Sabemos que a argila é importante, mas se pegássemos pelo nome e pela classificação do solo, diríamos que eles eram iguais, mas o efeito foi bastante diferente. É por isso que eu me preocupo.

A capacidade de depuração do solo parece ser frágil em poder ser alterada facilmente pelo manejo do solo. Como eu já disse, o Brasil tem a sua amplitude de tipos de solo que tem de ser conhecida para podermos fazer indicações de qualquer tipo de manejo.

A tentativa de usar os padrões internacionais já é falha, a meu ver, por se tratar de locais diferentes - clima, tipos de solo, ausência de número suficiente de nossa própria amostragem e porque a biodiversidade do solo brasileiro é enorme, mas é majoritariamente desconhecida.

Para muitos dos grupos de organismos do solo não temos sequer o especialista. Já fiz há algum tempo separação dos organismos e queria mandar para um especialista. Você não encontra um especialista em muitos grupos.

Se há um ou outro, ele não dá conta de analisar todas as amostras de maneira suficiente para entendermos a sensibilidade dessas espécies aos produtos que vamos adicionar ao solo. Essa perda de biodiversidade é uma questão indesejada.

A saúde humana é extremamente importante, mas não podemos esquecer os outros componentes. Tradicionalmente, o estudo dos solos do Brasil se deve muito à necessidade de estudos agrícolas. A maioria das análises de solo é feita para estudos de fertilidade e apenas uma pequena parte é feita com estudos não destinados à agricultura. Talvez precisemos ampliar o leque das pesquisas de solo no Brasil para poder responder a essas questões governamentais economicamente importantes tanto para os agricultores, para o consumidor e para os interessados em produzir os fertilizantes.

A fitotoxicidade é muitas vezes considerada um parâmetro, mas também é variável. Como eu disse, nem só fitotoxicidade nem só o parâmetro da espécie humana pode ser usado isoladamente. Devemos considerar a amplitude das inter-relações existentes no solo.

Para abordar esse conhecimento científico, que a meu ver é insuficiente, partimos desta idéia: existe um risco desse uso e já sabemos que isso já vem sendo usado, mas o fato de qualquer coisa estar sendo feita não justifica que ela continue a ser feita nem valida sua continuidade. Durante uns dois mil anos, do Império Romano até o séc. XIX era lícito ter escravos. As pessoas acreditavam que podia ter um escravo, que era normal, eles não se sentiam culpados, a igreja não via como pecado. Hoje nós olhamos para trás e vemos que era um erro, mas na África ainda existem escravos. A questão é bastante complicada e devemos repensar todos esses aspectos.

Como está em discussão esse gerenciamento de áreas contaminadas e ao mesmo tempo a viabilidade de regulamentação, surge esta famosa tabela cujos dados são incompreensíveis, não têm uma base justificada a não ser que se peguem médias mundiais para estabelecer esses valores.

Ao mesmo tempo em que o Ministério da Agricultura coloca os limites para os produtos finais, é importante lembrar que nesse contexto os fatores ecológicos não agem pelas médias, mas pelos extremos.

Por exemplo, podemos dizer que a temperatura de 20 graus é muito boa, mas podemos encontrar uma região que no começo do ano tem congelamento e no verão tem um verão tórrido. Lá encontraremos um deserto. Se pensarmos em 20 graus ao longo dos meses, podemos ter uma linda floresta, um campo, uma agricultura, uma sociedade humana bem desenvolvida.

É importante lembrarmos que a média tem pouco valor ecológico. Um erro de amostragem ou de aplicação pode ter conseqüências muito grandes.

Enfatizando, deve haver um diagnóstico suficiente do solo. Por suficiente quero dizer que abranja todos os seus componentes, todas as suas inter-relações e todos os tipos de solo do Brasil. Existe uma insuficiência de dados quanto ao comportamento e aos efeitos dos diversos componentes orgânicos e inorgânicos sobre todos esses componentes do solo que mencionei anteriormente. A maioria dos estudos que existem, poucos são feitos no Brasil e de maneira isolada.

Seria sábio começar a identificar essas pesquisas e os estudos que devem ser feitos, porque eu tenho a impressão de que os estudos já realizados não são suficientes. Deveríamos propor os estudos que devem ser feitos para chegar a essa viabilização de colocar valores ou não e essa abordagem não deve ser restrita apenas à saúde humana e fitotoxicidade. Quando pensamos no Brasil, onde os cultivos são enormes e diferenciados, não podemos pensar nos solos como vasos. Não dá certo, não é assim que acontece.

Por exemplo, quando eu fiz um pós-doc na Espanha, os laranjais da região de Valença eram praticamente um solo. Talvez muitos de vocês o conheçam. Faz-se um muro, impermeabiliza o fundo, tira todas as pedras que são em excesso, constrói um solo, planta as laranjas, rega, reutiliza aquela água. Um colega nosso da Embrapa de Cruz das Almas fez uma tese sobre isto: quantas vezes poderia passar a mesma água para irrigar a laranja até que ela se tornasse muito salina e comece a ter efeitos sobre os laranjais. Aquilo é um solo de terraços de vasos, diferente do caso brasileiro.

Quero relembrar a importância de todos esses organismos que são valores impressionantes e não devem ser desprezados.

Tenho uma proposta simples que abordaria a necessidade de análises abrangentes dos efeitos dessas substâncias, lembrando o que eu disse ao longo da palestra.

Os estudos que serão feitos devem ter uma metodologia padronizada em todos os locais que forem realizados senão não poderão ser comparados. Deverão ter similaridade com a forma como se pretende usar esse produto. Devem ser estudos de

campo com réplicas reais e devem ter longa duração. Mesmo que seja uma planta anual, cultivada, devemos pensar naquele solo como um valor a ser preservado para muitos cultivos e muitas gerações. Devemos pensar em um estudo de acompanhamento e longa duração.

Creio que deve ter uma instituição que organize tudo isso. Coloquei entre aspas porque não sei se é uma instituição ou um órgão. Finalmente, encontrei este livro que certamente vocês conhecem, mas para quem não conhece, ele está disponível neste *site* em que 28 pesquisadores de vários países do mundo discutem o futuro da ciência do solo. Existia certo pessimismo há um tempo: já fizemos tudo, estamos num beco sem saída. Eu acho que não.

Agora que se descortina um novo horizonte muito mais amplo para pesquisas do solo. Nossa pergunta é esta: qual o futuro da pesquisa do solo? Qual o futuro do solo?

II) Prof. Dr. Marco Antônio Nogueira.

Currículo resumido - Marco Antônio Nogueira é engenheiro agrônomo formado na UNESP Jaboticabal. Hoje é professor adjunto da Universidade Estadual de Londrina no Departamento de Ecologia Geral e no Departamento de Microbiologia, Laboratório de Ecologia Microbiana. Tem experiência em microbiologia e bioquímica do solo e uso de microorganismos em processos microbianos como indicadores de impacto ambiental.

- Material de apoio da apresentação:

[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/10F798CF/Pales02\\_EcologiaSolo.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/10F798CF/Pales02_EcologiaSolo.pdf)

- Exposição do Prof. Dr. Marco Antônio Nogueira

Quando perguntamos o que é solo para um leigo na rua, muitas vezes ele não sabe definir o que é. Vamos ao dicionário. O nosso conhecido dicionário da Língua Portuguesa diz que é simplesmente aquela parte superficial não consolidada que encerra matéria orgânica e vida bacteriana, já começa por aí. O solo vai muito além de vida bacteriana.

O Prof. Wellington acabou de relatar a grande diversidade e atividade que existe. No entanto, do ponto de vista do microbiologista, o ambiente microbiológico é o meio de cultura às mais variadas interações entre os seus habitantes. Todas aquelas relações ecológicas que conhecemos ocorre no ambiente no mesmo tempo, num grama de solo, em um micro sítio, em um microambiente. Está acontecendo a todo tempo, a todo momento.

Alguns autores chegam a relatar que cada organismo funcionaria como um órgão em um animal. Tudo bem que um animal sem um órgão não sobrevive, mas o solo sem uma espécie pode continuar porque eles são redundantes, acabam sobrepondo as mesmas funções, compondo os chamados grupos funcionais, ou seja, não é necessariamente pela eliminação de uma espécie que se vá parar o ciclo do nitrogênio, porque muitos atuam na magnificação, por exemplo.

Eles são importantes desde o processo inicial de formação do solo. A rocha exposta é primeiramente colonizada por microorganismo, é a primeira fonte de carbono e nitrogênio que começa a dar condições para esse material ser fragmentado ainda mais e possibilitar o estabelecimento de outras espécies, recobrimento por plantas e tudo mais e assim dar início a formação do solo. Como o Professor já bem disse, o solo tem grande diversidade.

Por metro quadrado há mais de 10 mil espécies microbianas entre 100 mil espécies de invertebrados. Vai depender do solo, da fertilidade. O solo do deserto é diferente do solo da mata atlântica, do cerrado, da Floresta Amazônica. Terão variações e amplitudes com relação a essa diversidade de atividade.

Alguns ousam dizer que um grama de solo ou uma colher de terra tem um número de microorganismos equivalente à população da terra, mais de seis bilhões de indivíduos. É um meio totalmente fervilhante, rico em vida e em atividade que desempenha funções extremamente importantes, mostrando toda essa complexidade de interações que vão ocorrer entre os microorganismos, mas em relação a todos os componentes vivos e não vivos que estão nesse ambiente.

Temos por definição esse solo modelo de três fases mais ou menos constituído proporcionalmente em fase sólida, líquida e gasosa naquelas proporções aproximadas - claro que isso vai variar de solo para solo, de situação para situação -, mas sabemos que é um recurso natural fundamental do qual a nossa vida e a vida do planeta dependem.

De um solo saudável depende a sustentabilidade dos agroecossistemas e também dos sistemas naturais. Um solo degradado não tem condições de suportar outros ecossistemas, porém é um sistema muito vulnerável. Para se formar um centímetro de solo, podemos variar de 100 a 400 anos, mas para se perder um centímetro basta uma cultura mal planejada e um ano agrícola chuvoso. Perdemos tudo isso em menos de um ano ou em uma chuva, se for o caso.

O solo é considerado um sistema vivo, dinâmico, complexo, vital para o funcionamento dos ecossistemas terrestres. Dentre suas funções estão: propiciar o desenvolvimento vegetal, microbiano e animal; regular ciclo hidrológico; atuar como tampão depurador; imobilizar e degradar compostos potencialmente prejudiciais no ambiente; limpar a nossa sujeira.

Os microorganismos de maneira geral são vistos pelo público leigo como patógenos e alguns causam doenças em plantas. Quando se fala em microorganismo, logo se pensa em dano econômico, principalmente no público leigo. No entanto, os efeitos benéficos são muito maiores do que os eventuais prejuízos, porque eles atuam na ciclagem de nutrientes, na ciclagem de carbono, sem os quais a vida na terra paralisaria; fazem seqüestro de carbono, imobilizando o carbono no solo tão falado ultimamente; fazem simbioses com plantas, fornecem-nos nitrogênio e fósforo; podemos utilizá-los para controle biológico; podemos utilizá-los na degradação de substâncias estranhas ao ambiente, nos processos de bioremediação; além de ser fonte de recursos para a engenharia genética em determinados genes, em determinados processos que conseguimos extrair desses genes e fazer expressar em outro organismo pode ser vantajoso em algumas situações. Meu valor varia um pouco, é bem menor que o professor apresentou.

Ele falou em 13 bilhões e acho que estou meio defasado ou minha interpretação foi errônea, mas dentre os valores dos serviços ambientais prestados pela comunidade microbiana, pela vida não só microbiana, mas pela biota como um todo, estão estimados, segundo o autor, em torno de mil bilhões de dólares, ou seja, um trilhão em que 11% seriam esses organismos com alimentos, alguns fungos e invertebrados; biocontrole e biotecnologia só 1%; como havia dito emprego de organismos com potencial biotecnológico, boa parcela para bioremediação; ciclagem de nitrogênio, fixação de nitrogênio, porém ciclagem de carbono é a maior parte, 50%. Retornar esse carbono para a atmosfera e assim manter o ciclo biogeoquímico do carbono.

Os principais grupos. Se somarmos a biomassa estimada desses organismos podemos ter de mil até 12 mil quilos de células microbianas em um hectare de solo. É um valor bastante significativo considerando que em um quarteirão temos quase 13 toneladas de células vivas atuando e trabalhando naquele ambiente. Eles estão todos organizados nos chamados micro habitats. Cada local pode ser totalmente diferente um do outro em questão de milímetros.

Eles coabitam esses espaços entre a matéria orgânica, a fase sólida do solo e atuam na fase líquida. Aqui tem mais um exemplo de micro habitat. Nesse caso já entra um componente que é a raiz de uma planta, hifas de fungos que fazem simbiose com essas raízes, todos interagindo entre si. Essas hifas estabilizando agregados, conectando a raiz ao solo e assim sucessivamente.

Mais um exemplo: ao redor de um grânulo de matéria orgânica podemos ter micro sítios totalmente diferentes em questão de milímetros. Essas isolinhas mostram a concentração de oxigênio ao redor dessa partícula de solo.

Podemos variar desde um ambiente totalmente anaeróbico até um ambiente aeróbico como temos a pressão de oxigênio na nossa atmosfera. Em questão de milímetros podemos ter uma comunidade microbiana totalmente diversificada nesse ambiente.

Um aspecto muito importante com relação aos locais de atividade microbiológica é a rizosfera, o grande centro, o grande local de intensa atividade microbiana.

Portanto, sem plantas, a atividade biológica é baixa. Aqui é grande fonte de substratos, de material orgânico de fácil degradação que vai propiciar essa grande proliferação microbiana ao redor dessas raízes.

Se compararmos a quantidade de microorganismos na rizosfera em relação ao solo não rizosférico, temos essa relação, dependendo do microorganismo: bactérias, cerca de 24 vezes mais na rizosfera em relação a não rizosfera; fungos: 12 vezes mais; microorganismos desnitrificantes: mais de mil vezes mais na região rizosférica.

Falando dessa entrada do carbono. Durante essa ciclagem, esse material será fragmentado, quebrado, hidrolisado, será utilizado como fonte de carbono e energia pela comunidade microbiana e pela macrofauna também. E conseqüentemente libera uma grande quantidade de CO<sub>2</sub> e a grande maioria volta para a atmosfera.

Libera os constituintes minerais que vão servir de nutrientes para as plantas novamente e uma parte do carbono vai ficar retida na forma de húmus, de material orgânico

estável, com todas aquelas importâncias que sabemos para manutenção dos nossos solos, principalmente os solos tropicais que são altamente intemperizados.

Aqui é a comunidade biológica trabalhando na reciclagem desse material e convertendo essa massa toda em húmus, em material orgânico, que vai auxiliar na manutenção da fertilidade do solo. Uma pequena parte de todo aquele resíduo orgânico que entra vai se tornar húmus. A grande e maior parte vai voltar para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub>.

Essa degradação toda e a formação de húmus vão depender da matéria-prima que se tem para os microorganismos trabalharem e converterem aquilo em húmus, porque a grande matéria-prima para formação de húmus é a lignina.

Se tivermos resíduos orgânicos pobres em lignina e pobres em anéis aromáticos e substâncias recalcitrantes, a formação de material orgânico estável será muito baixa. Então teremos pouca formação de húmus. Os organismos, para formar húmus, também dependem da matéria-prima.

Os grandes decompositores do solo. Uma placa de isolamento de microorganismos que atuam no ciclo do carbono. Aqui não é uma espécie apenas, mas um grupo funcional. Há várias espécies nessa placa que fazem a mesma função. No caso da esquerda, são microorganismos degradadores de amido, mostrando por esse halo de degradação; esses da direita são microorganismos celulíticos, degradando celulose que fica evidenciado por esse halo de degradação que revelamos com corante a celulose degradada.

Importantíssimos são os microorganismos na ciclagem do nitrogênio. Dentre os nutrientes de plantas é o que mais sofre influência das transformações biológicas. Dentre os organismos envolvidos nas transformações de nitrogênio estão fungos, principalmente na mineralização, e bactérias.

Além da mineralização, também atua na nitrificação, desnitrificação e fixação biológica. São bastante atuantes na dinâmica do nitrogênio no ambiente. O ciclo do nitrogênio: entradas, saídas, não vamos nos ater a esse detalhe, só para dizer que tem.

Um aspecto importante é a fixação biológica, organismos que nos permitem ser competitivos e exportadores de soja. Imaginem se tivéssemos que fornecer todo o nitrogênio que a cultura da soja precisa via fertilizante químico! Não teríamos competitividade. Nesse caso eles fazem esse serviço para nós fornecendo boa parte do nitrogênio demandado pela cultura e baixando o custo de produção.

Campos experimentais: soja não inoculada na frente, inoculada atrás. Aqui a mesma coisa. É evidente o papel que eles cumprem nessa situação. Outro papel importante seria trazer para a solução do solo novamente formas de fósforo indisponíveis que ficam fixadas nos minerais de argila, nos óxidos de ferro e alumínio através dos processos de solubilização. Aqui está mostrando a solubilização de um fosfato de rocha que foi inoculado com alguns microorganismos. Aqui só na solução nutritiva, sem microorganismos, e o fosfato de rocha. Aqui incubado com *Aspergillus sp*, um habitante comum do solo e atuante na solubilização de fosfato.

Quanto mais amarelo, mais fosfato disponível a partir da rocha. Uma bactéria que praticamente não solubiliza um pouco a mais que o controle. E o *Risopus sp*, um fungo também, que solubiliza um pouco de fósforo. Existem muitos outros que também fazem essa solução.

Aqui só a revelação em outro meio de cultura em que essa parte mais branca é solúvel, fosfato de baixa solubilidade. Quando os microorganismos são plaqueados lá, algumas colônias formam esses halos. Esses halos indicam a solubilização desses cristais de fosfato.

Um grande e importante grupo microbiano são os formadores de micorrizas. Isso não é o sistema radicular, mas um grande entrelaçamento de hifas juntamente com as raízes auxiliando a conexão dessa planta ao solo, ampliando em muitas vezes a capacidade de a planta retirar nutrientes do solo, de sítios onde a raiz sozinha não conseguiria retirar. Daí o fato de termos 100 quilômetros de hifas no metro quadrado de solo.

Esse é do tipo ectomicorrizas, com grande importância para os pinheiros, como o *Pinus sp*, e também no caso do *Eucalyptus sp*. Aqui são mais exemplos: eles fazem essas alterações morfológicas da raiz, um aspecto morfológico das ectomicorrizas.

Um grupo de bastante importância agrônômica é esse das micorrizas arbusculares ou endomicorrizas. Aqui são os esporos, é um grupo que auxilia as plantas na obtenção de fosfato, auxilia a suportar estresses bióticos e abióticos, dentre eles metais.

O efeito deles na planta, com o fungo e sem o fungo. Pimentão com o fungo micorrizo e sem. Milho. Aqui estavam testando bactérias fixadoras de nitrogênio, praticamente não diferiram, mas o efeito do fungo micorrízico é gritante. Sem fungo, com fungo, sem fungo, com fungo e assim sucessivamente. Resposta de café a fungos micorrízicos é muito grande.

Na produção de mudas, isso dá uma vantagem muito grande para as mudas que saem inoculadas com esses fungos. Além disso, não só os fungos micorrízicos, mas os fungos filamentosos de maneira geral têm um grande papel na organização das partículas do solo, na formação de macroagregados.

Quando as hifas estão organizando essas partículas em microagregados, e os microagregados formando macroagregados temos o solo com uma boa estrutura que permite passagem de água e ar. Quando as partículas estão desorganizadas, essa água não tem por onde fluir, não tem por onde filtrar. Para onde vai? Para o maior declive, erosão, degradação do solo e problemas ambientais decorrentes disso. O problema da erosão não é só perda de solo, mas contaminação da água e assoreamento.

Algas também fazem parte do solo. Elas estão concentradas mais na superfície porque dependem de radiação, porém também é um grupo importante que desempenha papéis no solo.

Os protozoários são importantes na regulação da comunidade bacteriana. São comedores de bactérias e controlam a população bacteriana, mas quando atuamos nesses ambientes, esses organismos também sofrerão alguns efeitos.

Quando mexemos no ambiente, quando modificamos o ambiente, a comunidade microbiana do solo também sofrerá alteração. E podemos utilizar essa sensibilidade às ações antrópicas como indicadores, usar os microorganismos como indicadores da nossa ação sobre o ambiente. Era neste ponto que eu queria chegar: alterando o ambiente e a comunidade microbiana que lá está podemos alterar a ciclagem do carbono, do nitrogênio, do fósforo e do enxofre e isso pode acontecer de forma a prejudicar a sustentabilidade dos ambientes, sejam eles agrícolas ou naturais. Podemos, por exemplo, mensurar o nível de atividade biológica do solo.

Dentre alguns índices que temos mensurado e avaliado, estão algumas atividades enzimáticas dentre elas a desidrogenase, a própria respiração do solo, um método bastante antigo, mudam-se os métodos de determinação, mas quem faz o processo são sempre os microorganismos. A mensuração da biomassa microbiana, ou seja, aquela quantidade de células vivas, o carbono vivo do solo que está fazendo parte daquele ambiente.

Um índice que considero importante é o quociente metabólico que nos indica quão eficiente está aquela comunidade microbiana. E ela será mais eficiente quanto mais estável for aquele ambiente, segundo os autores do trabalho.

Com relação à ocorrência e atividade desses organismos, quando avaliamos isso, temos condições de entender melhor os efeitos das ações antrópicas sobre a sustentabilidade do ambiente.

Com relação ao assunto deste encontro, a ação antrópica e os elementos traços que muitas vezes usamos como sinônimo de metal pesado. Nem sempre o que chamamos de metal pesado é de fato metal pesado, incluem outros metais. Como eles entram no solo? Há a entrada natural, que está presente no material de origem, mas também a atividade agrícola, a mineração, as atividades industriais e as atividades urbanas.

E o que faz o excesso desses elementos na comunidade microbiana? Vamos avaliar alguns casos. Por exemplo, nesse caso aqui foi avaliado o efeito da densidade de esporos de fungos micorrízicos no solo, onde se avaliou alguns índices de diversidade. Aqui se pode observar a concentração de zinco e de cádmio nesse material e o número de esporos caiu significativamente, a riqueza de espécies caiu significativamente, o índice de diversidade caiu drasticamente e a dominância aumentou, ou seja, algumas espécies predominaram em detrimento de outras.

O que acontece quando se avaliam doses de cádmio no solo e doses de zinco em função da colonização das raízes das plantas por esses fungos? A colonização caiu para zinco, mas caiu drasticamente quando o cádmio foi adicionado. Isso mostra que eles são tóxicos para a comunidade microbiana também.

Por outro lado, esses fungos auxiliam na proteção das plantas quanto a esses efeitos abióticos, como acabei de dizer. Por exemplo, temos a matéria seca da parte aérea das plantas, mostrando a situação da planta inoculada com fungo micorrízico e sem inoculação e aumento da contaminação do solo. Matéria seca de raízes micorrizadas e sem fungo micorrizo e por outro lado a concentração do metal na parte aérea. Zinco sem o fungo micorrízico aumenta barbaramente logo no início, enquanto a presença do fungo atenua o acúmulo de zinco pela planta, conseqüentemente, diminui a toxicidade.

Cádmio é a mesma coisa: sem o fungo micorrízico, o cádmio acumula grandemente, três vezes mais na maior dose, na ausência do fungo micorrizo; na presença do fungo, ele atenua essa absorção pela planta.

Então é ou não é um grupo importante para auxiliar a planta nos desafios de se estabelecer nos ambientes degradados?

Alguns mecanismos pelos quais isso pode acontecer têm sido aventados. Por exemplo, a complexação desses metais na hifa externa do fungo micorrízico que coloniza raiz e outras complexações ou processos de evitar que esse metal adentre à planta.

Esse é o trabalho da minha tese de doutorado mostrando que os fungos micorrízicos também alteram a comunidade microbiana ao seu redor. Aqui foi um solo cultivado com soja com quatro tratamentos. O primeiro deles seria o controle, sem fungo micorrízico e com trinta ppm de fósforo. O segundo, um controle sem fungo micorrízico e um pouco mais de fósforo para avaliarmos o efeito do fósforo na atenuação da toxidez de manganês. E o terceiro e quarto, duas espécies de fungos micorrízicos com 30 ppm de fósforo: o *Glomus etunicatum* e o *Glomus macrocarpum*.

O que aconteceu nessas situações? Na presença dos dois fungos, aumentou a disponibilidade de ferro e manganês no solo. Mas observamos que a presença dos fungos micorrízicos aumentou barbaumentemente a ocorrência de microorganismos redutores de manganês no solo, ao passo que os oxidantes de manganês no solo foram suprimidos, baixaram.

Apesar do aumento da disponibilidade desses metais, a presença do fungo micorrízico fez com que a planta não sofresse tanto os efeitos da intoxicação por manganês. Então aqui em baixo mostra as duas espécies e aqui o aumento da dose de manganês no solo. A planta sem fungo micorrízico começou a sofrer o efeito da toxidez de manganês a 10 mg/kg. Ao passo que a planta com fungo micorrízico começou a sentir esse efeito entre 20 e 40 mg, suportou muito mais o efeito adverso da disponibilidade do metal.

Aqui é uma placa com bactérias redutoras de manganês, isoladas do solo. A de baixo com bactérias oxidantes de manganês. Aqui é um trabalho desenvolvido com o grupo do IAC de Campinas. Quando se expõem plantas micorrizadas e não micorrizadas em duas situações de pH, há disponibilidade de chumbo. Na presença do fungo micorrízico existe uma diminuição da concentração de chumbo na parte aérea da planta; sem o fungo micorrízico, aumenta. Isso no pH 5,4.

No pH 6,6 praticamente não há efeito. Há várias complexidades, interações entre ambiente, microorganismo, planta que vai resultar nessa maior ou menor absorção e disponibilidade do metal.

Aqui é o caso de atividade biológica mensurada pela respirometria do solo, desprendimento de CO<sub>2</sub>, quando se usou diferentes doses de lodo de curtume com ou sem presença de cromo. O autor diz que praticamente não houve efeito da presença e ausência do cromo, só houve aumento das doses de lodo de curtume.

Porém, é claro e evidente que existem microorganismos no solo que fazem redução de cromo e alterações das suas disponibilidades. Nesse caso são microorganismos benéficos, que trazem o cromo VI, que é altamente tóxico, para cromo III, que é menos

problemático. Nesse caso o pessoal avaliou alguns isolados em que, no meio, com a presença de cromo VI, ele observou que com o aumento do crescimento celular, a disponibilidade do cromo 6 diminuiu barbaramente. Só faço uma crítica a esse trabalho: não há controle sem microorganismo.

Aqui quando se utilizou dose de pó de forno de aciaria sobre alguns aspectos microbiológicos do solo. A respiração do solo aumentou em determinado momento, depois caiu. A biomassa microbiana subiu, caiu. A respiração induzida, quando se coloca um substrato de fácil degradação para mensurar mais a atividade biológica, caiu também. E a mesma coisa com o coeficiente metabólico que também caiu, mostrando que o teor de metais nesse resíduo era bastante alto - chumbo, zinco, manganês, níquel -, causando uma diminuição de aspectos microbiológicos. Chamo a atenção para o grande aumento do coeficiente metabólico, indicando condição de estresse microbiano quando se aumenta a concentração do metal no solo.

Algumas maneiras pelas quais os microorganismos liberam ou prendem metais. Como eles lidam com o metal para se manter no ambiente, mecanismos de complexação de fluxos de colocar esse metal para fora e impedir que entre na célula e que venha a causar danos. Os microorganismos também desenvolvem mecanismos de resistência a metais, não apenas a antibióticos, como costumamos ver por aí.

Concluindo, eles podem ser utilizados como ferramentas de avaliação do impacto ambiental causado por esses materiais, porque eles respondem a esses elementos, por isso têm um bom potencial como bioindicadores que podem ser utilizados na terminação de áreas com excesso desses elementos, como o caso dos fungos micorrízicos. No entanto eles podem solubilizar algumas formas de metal ou aprisionar ou colocar numa forma disponível, um mecanismo de oxirredução, dependendo do solo, disponibilidade de material orgânico e vários fatores.

Qual a conclusão mais importante de todas?

Mais estudos para melhor entender. Na verdade não podemos dizer que isso é uma regra para todas as situações, para todos os ambientes.

Precisamos aprender muito. Diferentemente das tabelas calibradas para fertilidade do solo, sabemos que um pH no valor x ou um fósforo no valor x é alto, médio ou baixo, para a atividade microbiana não temos isso ainda. Há muito que se estudar, há muito que caminhar. É isso que gostamos de fazer.

III) Prof. Dr. Milton Ferreira de Moraes

Currículo resumido - Engenheiro agrônomo formado na Universidade Federal de Goiás, fez mestrado no IAC e doutorado na ESALQ. Atualmente é diretor adjunto do Instituto Internacional de Nutrição de Plantas.

- Material da apresentação:

[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/10F798CF/Pales03\\_CETESB\\_Final.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/10F798CF/Pales03_CETESB_Final.pdf)

- Exposição do Prof. Dr. Milton Ferreira de Moraes

Vou proferir esta apresentação que abordará a questão da absorção dos metais pesados tóxicos e dos micronutrientes pelas plantas baseada principalmente nos fatores que afetam essa acumulação do metal na planta, ou seja, a absorção até a chegada desse elemento ao grão, que é a parte comestível da maioria das culturas, tanto da questão do micronutriente quanto do metal indesejável tóxico.

Ressalto que muitos dos metais pesados são essenciais às plantas, outros não. A diferença é esta: os que não têm função conhecida até hoje, como muitos deles ainda não têm, no futuro podem ter. O níquel, por exemplo, até pouco tempo era considerado um elemento tóxico que não tinha função conhecida - acreditavam-se apenas nos efeitos benéficos – e hoje ele é elemento essencial, já tendo sido constatadas deficiências desse elemento em pomares de pecan, nos Estados Unidos. As coisas podem mudar com o tempo.

Essa palestra foi preparada por mim e pelo Prof. Cássio, meu orientador de doutorado. De início, farei uma abordagem introdutória justificando a temática. Muitas dessas informações já são bem conhecidas. A população mundial tem crescido a uma taxa alta: inicialmente era em torno de 8% ao ano e atualmente as estatísticas contam que seja em torno de 1,3% ao ano. Isso tem demandado aumentos de produção para sustentar esse crescimento populacional. Esse crescimento populacional que gera uma demanda faz com que tenhamos uma necessidade de produzir mais em mesmas áreas. Esta é a questão relatada pelos autores: que os incrementos de produção devem continuar a vir das áreas de agricultáveis.

Não temos mais espaço e condições para abrir novas áreas. Nesse sentido o uso dos nutrientes, sejam orgânicos ou minerais, é de extrema importância. Resultados de pesquisa demonstram que os fertilizantes são responsáveis por 50% ou mais da produção. Não há como ter uma agricultura sustentável sem fertilizante. Temos de manejar esses fertilizantes orgânicos ou inorgânicos de maneira adequada.

Aqui é um mapa demonstrando áreas em laranja que têm alta constatação de deficiência de zinco nas culturas. As áreas em verde têm uma deficiência menor, mas como vocês podem ver, grande parte do Brasil tem áreas com deficiência de zinco. Isso é notório. Temos a necessidade de usar os fertilizantes para suprir esse nutriente.

Aqui é um dado publicado pelo Dr. Yamada sobre o consumo anual de micronutrientes na agricultura. De 1990 até 2003 houve um aumento da quantidade do uso de micronutrientes da ordem de 13 vezes. Muitas pessoas podem se perguntar: por que aumentou tanto? Pode estar havendo excesso? Eu digo que provavelmente não, inclusive nos próximos dias a Dra. Cleide, pesquisadora do IAC, dará uma palestra em que ela abordará esse diagnóstico e vocês poderão ver que realmente não está havendo esses excessos, salvo alguns casos isolados que pode haver. Antigamente conhecíamos pouco sobre as exigências e os níveis de micronutrientes necessários no Brasil. Hoje já está bastante consolidado.

Esse aumento deve-se principalmente à elaboração de tabelas em que se tem o correto diagnóstico da necessidade, do uso e conseqüentemente os aumentos. Pode-se observar aqui que essa área em verde é área plantada, quer dizer, praticamente não alterou.

Se as tecnologias cultivares mais responsivas à adubação não tivessem melhorado, se não produzissem mais, usando-se técnicas de manejo de controle de pragas, doenças e aplicação dos nutrientes, não seria possível manter uma mesma área e aumentar a produção. Provavelmente alguém deve falar mais sobre isso, talvez isso já esteja atualizado, mas isso é o resultado daquele gráfico anterior.

Tínhamos uma produção média das principais culturas anuais no Brasil de 1,4 toneladas por hectare. Na data que isso foi feito, seria de 3,3 toneladas. Se essas melhorias não tivessem acontecido, não seria possível a produção necessária que se tem hoje com a mesma área plantada. Haveria necessidade de aumentar para 80 milhões de hectares para continuarmos produzindo o que temos produzido hoje com a mesma produtividade de 35 anos atrás.

Aqui é outro resultado, a mesma situação acontecendo na Índia. Não é só no Brasil, mas em várias partes do mundo os aumentos de produtividade por meio do uso de tecnologias adequadas têm conseguido salvar áreas.

Abordando mais o tema, vou falar sobre os metais pesados. É conhecido que os fertilizantes contêm os metais pesados como impurezas, seja nos fertilizantes fosfatados, devido ao material de origem, porque a rocha que dá origem contém esse metal, ou devido à utilização de materiais secundários. A questão dos metais pesados tem sido colocada como um obstáculo à produção sustentável.

Temos aumentado as produções que têm suportado a demanda, mas estamos perguntando as consequências disso a longo prazo, porque esses metais são cumulativos tanto no solo quanto no organismo. A sustentabilidade à longo prazo é o questionamento e o motivo pelo qual estamos aqui.

Vale também enfatizar que nem todo metal pesado é de uma fonte antropogênica, ele pode ser natural, como eu disse. Até a rocha que dá origem ao solo ou o fertilizante pode ter esse metal pesado em concentrações variadas. Cito o caso de algumas regiões do Canadá onde os melhoristas procuraram e conseguiram obter variedades de trigo que acumulasse menos metal. Vocês vão entender isso mais adiante, pois é uma maneira de se evitar a entrada desse metal.

Aqui é apenas uma ilustração. Como eu havia dito antes, parte dos metais pesados é essencial e alguns não têm função conhecida, eles são ditos não essenciais ou tóxicos, dependendo da dose.

Aqui eu listo as fontes, que são várias: as impurezas dos fertilizantes, os lodos de esgoto, restos de indústrias. São várias as fontes, não só exclusivamente a questão dos fertilizantes orgânicos ou minerais. Aqui eu cito um exemplo que a composição desse alimento pode sofrer interferência durante o processo de beneficiamento que pode estar reduzindo ou aumentando a concentração dos micronutrientes e dos contaminantes em um alimento. Fazer arroz na panela de ferro é diferente de fazer na panela de alumínio.

Hoje já está se estudando os fatores que estão no final da cadeia mas afetam também. Dentre os metais pesados, é conhecida a preocupação com cádmio, um dos elementos tóxicos mais preocupantes em relação à saúde humana, porque é um elemento pouco

absorvido, então ele fica disponível para a planta o absorver. A toxidez dele é pouco perceptível, as plantas o absorvem e não demonstram a toxidez.

Podemos colher o alimento daquela planta que tenha o contaminante sem saber, porque ele não mostra. E ele tem uma relação muito grande com o zinco. Na natureza a relação entre cádmio e zinco é íntima, não se podem separar muito esses dois elementos. Ele provoca problemas de saúde e a biodisponibilidade no organismo, ele tem interações com outros elementos, como ferro, zinco, vitamina C. Uma pessoa deficiente de ferro absorve mais o contaminante. Esse é outro fator a ser considerado. Sabe-se que no mundo a deficiência de ferro é um dos maiores problemas em termos de saúde.

Comento também o risco do consumo de metais via vegetais. Essa é a maior entrada de contaminantes na cadeia alimentar. Falando um pouco dos contaminantes no alimento, eu cito um caso da Suécia, onde a concentração de cádmio em grãos de trigo dobrou em 60 anos. Este é um caso interessante: o teor de contaminante nos grãos do trigo, em 1918, era da ordem de 25 microgramas por quilo e, nos anos 80, a média nos indica uma tendência. Isso é preocupante. Levantamento feito pelos pesquisadores do Rio de Janeiro demonstrou a ingestão de metais pela população do Rio.

Eles observaram o consumo de diversos alimentos de origem animal, ou quantos quilos de cada alimento a população do Rio de Janeiro consome, segundo informações do IBGE. Eles foram ao mercado, adquiriram amostras desses alimentos e determinaram os teores de micronutrientes e contaminantes nessas amostras para comparar se os valores encontrados seriam abaixo ou acima dos limites permitidos pela Organização Mundial de Saúde.

Uma pessoa não pode ingerir mais do que tantos microgramas – não me lembro do número exato - de elemento por dia, seja ele micronutriente, que é necessário, ou tóxico que não se deseja. Existem os valores recomendados para micronutrientes e tolerados para metais contaminantes. O que chama a atenção nesse estudo, apesar de a ingestão ser muito mais baixa do que o nível tolerado pela OMS, é o arroz, o trigo e a batatinha, que constituem a maior parte da ingestão de um elemento como cádmio, com o qual temos de nos preocupar.

Agora vamos tratar do acúmulo de metais em plantas, que depende da espécie do cultivar do órgão. É muito diferente observar a possibilidade de contaminar o rabanete, cujo produto comestível é a raiz, ou o grão do arroz. O caminho a se percorrer pelo contaminante é longo, ele tem de ser absorvido e translocar até o grão. No caso do rabanete, a própria raiz é a fonte de alimento e ainda está em contato com o solo. Isso apresenta diferenças.

Essas variações genotípicas, que são a principal ênfase que quero demonstrar, fazem parte de apenas um dos fatores - a seleção genética das plantas que variam quanto à absorção desses metais.

Como o colega Marcos disse anteriormente, a interação de um microorganismo como uma micorriza ou outro pode fazer com que a planta absorva menos metais. Isso pode ser uma das explicações, mas existem outras que estão se descobrindo atualmente, como a questão dos transportadores.

A planta consegue distinguir claramente um zinco de um cádmio. Eles são quimicamente parecidos, mas a planta tem um refinamento que consegue excluir um do outro. Eu coloquei esse *slide* apenas para demonstrar a complexidade que é a biodisponibilidade de um contaminante no sistema que vai desde a seleção genética, as práticas de cultivo do solo, até a absorção dele propriamente dita pelo nosso organismo, um dos fatores de grande preocupação.

Hoje o que se tem em evidência na agricultura é que devemos produzir alimentos e que esses alimentos tenham os nutrientes em quantidade, não apenas em qualidade, para o benefício da saúde humana.

Um exemplo disso é que hoje há um dilema. Devemos selecionar plantas para produzir mais ou mais nutritivas? Um exemplo de um arroz com alto teor de betacaroteno aconteceu devido à revolução verde, uma questão muito importante que permitiu a sustentabilidade e a produção de alimentos para a população crescente, variedades que antes, quando se adubava com nitrogênio, elas acamavam, passou a responder, produzindo largamente mais.

O que está acontecendo é isto: cultivares que eram plantadas em 1900 e as que são plantadas hoje. Essas plantas de bancos de germoplasma foram cultivadas nas mesmas condições e observou-se é que as cultivares novas estão reduzindo a quantidade de micronutriente. Isso é preocupante, porque estamos nos alimentando, mas não estamos sendo nutridos suficientemente.

No mesmo sentido há a questão dos contaminantes. Eu quero que aumente o micronutriente no grão de arroz e na folha da alface, mas não quero que aumente o contaminante. Para nossa felicidade, as plantas têm mecanismos de barreiras nas quais ela acumula preferencialmente um micronutriente no grão. Precisamos conhecer essa variação genotípica e usá-la de forma adequada.

Aqui vou demonstrar resultados de um experimento que conduzimos uma parte no Brasil e outra nos Estados Unidos. Foram cultivadas 35 variedades de arroz e em todas elas um miligrama de cádmio foi adicionado ao solo. Aqui estão os resultados: enquanto o acúmulo de massa foi sempre linear, observou-se que essas plantas acumulam cádmio de forma diferente. Vale lembrar que todas elas estavam nas mesmas condições, entretanto algumas absorvem muito mais. Isso não é uma diferença de arroz para feijão, todas as cultivares de arroz.

Aqui são os resultados comparando os elementos. Pode-se ver que ferro e zinco têm o comportamento parecido, mas cádmio não, ele tem um comportamento totalmente diferente, para nossa felicidade.

Há uma relação entre cádmio e zinco, mas destaco que essa é uma planta jovem. Colhemos essas plantas com 45 dias e as analisamos. Será que uma planta com 45 dias dá idéia do que vai acontecer no grão do arroz? Aqui está o resultado. Para cádmio com ferro, antes era cádmio com zinco e depois, ao final, colhemos os grãos das plantas que restaram e olhem o aconteceu: o inverso.

No início, quando a planta era pequena - e eu analisei apenas as folhas, a parte aérea -, havia uma tendência de absorver o contaminante junto com o micronutriente, mas quando se colhem os grãos, o efeito é contrário. Aqui quando ela era uma planta

jovem, à medida que ela absorvia o ferro, ela absorvia o cádmio. No grão do arroz é diferente.

O zinco foi aumentando, mas o cádmio, não necessariamente, na realidade ele foi diminuindo. É um comportamento difícil de explicar hoje. Em termos de nutrição de planta, é uma fronteira do conhecimento. Como variedades de arroz iguais, crescendo iguais, produzindo a mesma quantidade podem absorver mais ou menos um elemento que se deseja e outro que não se deseja? Felizmente, as plantas são muito versáteis.

Em termos de ecologia, sobre a qual não tenho notório conhecimento, se pode dizer que isso é um mecanismo de evolução. Há uma pressão e, por meio do homem, isso está sendo alterado.

Aqui é o que aconteceu comparando-se o teor de cádmio no grão daquelas 35 cultivares. Esse é um dado que achei muito interessante. Estou colocando algumas cultivares que temos usado em estudos. Esse é o limite de cádmio no grão de arroz, segundo o *Codex alimentarius*, entidade da Organização Mundial de Saúde que determina a quantidade possível de cádmio no grão.

Aqui é o teor da ANVISA. É interessante destacar que se eu estivesse trabalhando com essa cultivar, em determinada condição, eu diria que esse arroz não pode ser consumido, porque ele está acima das normas do *Codex* e da ANVISA. Se eu estivesse trabalhando com essas aqui, eu poderia, pelas normas do Brasil e não poderia pelas normas internacionais.

O quanto é importante, em estudos de avaliação de risco, esse fator genético. Acredito que muito pouco se sabe ainda sobre ele. Estamos começando a tentar implementar os modelos de avaliação de risco.

Vou mostrar o resultado desse trabalho que foi muito objetivo. Observadas essas variações nas plantas, o que poderiam ser essas variações? Será que poderia ser uma variação devido ao estado nutricional da planta?

Há muitas deficiências de elementos no Brasil, como o zinco e o fósforo. Será que isso aumenta ou diminui a acumulação? Se eu cultivar uma planta em solo deficiente, ela pode absorver mais esse cádmio? Fizemos um experimento onde aplicamos o cádmio e o zinco em diferentes estágios de desenvolvimento das plantas.

Como o cádmio não é um elemento essencial, eu o adicionei no meio na solução nutritiva em diferentes fases de crescimento da planta. Como não se pode cultivar uma planta com o zinco até certa idade e depois adicioná-lo, foi usado um traçador isotópico, que é o zinco 70, para diferenciar de quando estava acumulando.

O último *slide* é o resultado. Esse é o teor de cádmio nos grãos, a concentração. É importante destacar que essa cultivar, no estudo anterior, se comportou como uma baixa acumuladora de cádmio e essa como uma alta. É interessante observar que em situações de suficiência, onde elas cresceram no meio nutritivo, numa solução nutritiva com todos os elementos, elas não tiveram largas diferenças na composição do cádmio no grão.

Essa planta aqui, na deficiência de fósforo, aumentou largamente a concentração de cádmio no grão e essa outra não. Para essa cultivar já foi o inverso: a deficiência de zinco aumentou o que não aconteceu na outra. Esse é mais um fator que tem a interação da planta, do fator genético dela, ela expressa genes responsáveis por canais que deixam entrar um elemento ou outro, ou um fator como esse que pode ser nutricional.

No primeiro caso dessa cultivar, é fácil explicar porque zinco e cádmio são elementos similares quimicamente. Em função da deficiência do zinco, o cádmio foi utilizado para substituir a função por ser parecida, embora ele não faça função. Nesse caso é um pouco difícil de explicar.

Essas eram minhas considerações.

## DEBATES

O SR. ALCIDES (Excel Minerais Fertilizantes):

Tenho duas perguntas a fazer ao Milton:

A primeira delas é quando você fala da questão do cromo como contaminante. Quando se fala no contaminante cromo, em que estado do cromo estaríamos falando? Você pode estar falando de um óxido de cromo, do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , podemos falar de um cromo VI.

O SR. MILTON FERREIRA DE MORAES (Instituto Internacional de Nutrição de plantas):

O Marcos tem um bom conhecimento nesta questão, mas sei que o cromo hexavalente seria o causador de toxidez maior. Não estou muito seguro disso.

O SR. ALCIDES:

Toda literatura normalmente fala em cromo, mas em que estado ele é ou não daninho? Em que estado ele pode trazer problemas?

A SRA. MARA MAGALHÃES GAETA LEMOS (CETESB):

Antes de o Marcos responder, nós vamos juntar cinco perguntas e faremos uma rodada entre todos para responder.

O SR. ALCIDES:

A segunda pergunta é a seguinte: se o fósforo está na terra, o que o silício pode fazer para influenciar na melhoria da liberação do fósforo?

O SR. ALFREDO (CETESB):

Gostaria de colocar duas questões não especificamente para nenhum dos palestrantes, mas como temas para debate com a finalidade de ajudar. Parece que precisamos melhorar o nosso conhecimento com relação aos aspectos de ecotoxicidade e fitotoxicidade de solo para aprimorar nossos valores orientadores.

A segunda questão é: parece que o solo brasileiro anda precisando de micronutrientes, mas temos de tomar cuidado com os metais tóxicos que vêm juntos.

O SR. ROBERTO (ATP – Ministério Público do Estado de São Paulo):

Eu tenho uma pergunta mais direcionada ao Milton. Nas apresentações feitas, foi feito um foco aos metais na discussão do seu efeito sobre as plantas. Em relação aos demais metais que temos discutido - chumbo, arsênico, mercúrio e cromo -, assim como para os poluentes orgânicos, como os organoclorados, qual entendimento o Milton tem em termos de conhecimento dos seus efeitos tanto em espécies cultivadas como em espécies nativas do Brasil ou estudos feitos em ecossistemas brasileiros?

Gostaria de fazer a outra pergunta para o Marcos. Um dos efeitos registrado em trabalhos com micorrizas diz respeito à liberação de ácidos orgânicos pelas micorrizas para o ambiente adjacente às áreas de absorção radicular - eu vi em alguns trabalhos que pode haver a liberação de ácidos orgânicos e isso mexer na fitodisponibilidade. Gostaria que você citasse exemplos desse tipo de situação para espécies nativas e cultivadas.

O SR. ALBERTO:

Tenho duas perguntas, uma para o Dr. Marco Antônio e outra para o Milton. O Dr. Marco falou que os efeitos dos metais pesados nos fungos seria a redução da produção de esporos, mas existem efeitos na densidade de hifas no solo também com os metais?

O Milton falou muito das plantas como parte aérea comestível, mas ele mesmo disse que algumas têm parte subterrânea. Como pode ser feito esse aporte de nutrientes evitando a contaminação dessas partes subterrâneas?

O SR. MARCO ANTÔNIO NOGUEIRA (Universidade Estadual de Londrina):

Primeiro a questão do cromo. A forma de efeito imediato é a forma hexavalente, no entanto, por meio de reações de oxirredução, sejam químicas ou intermediadas por microorganismos, que está na forma estável, não danosa, pode vir a ser mobilizado para a forma VI, dependendo da condição de oxirredução do ambiente, da presença de determinados metais como o manganês, pH e uma série de fatores que pode vir a fazer uma interconversão, inclusive por meio de ação de microorganismos também. O III está na forma estabilizada não disponível, menos reativa.

Quanto ao fósforo na liberação de silício há pessoas mais gabaritadas para falar sobre isso.

A questão do Roberto: o efeito das micorrizas na liberação de ácidos orgânicos. De fato isso acontece. Por exemplo, fungos ectomicorrízicos liberam ácido oxálico e isso auxilia

na solubilização de fosfato, mas também pode mobilizar metais que eventualmente estejam estabilizados ou complexados com fosfato. É uma via de duas mãos. Muitas vezes esse próprio metal está complexado com fósforo e quando solubiliza fosfato, libera metal também e pode se tornar disponível para planta.

Quanto à pergunta do Alberto, se a redução do número de esporos reflete na produção de hifas. Na verdade esse aspecto nem sempre está casado, temos de interpretar bem a situação em que isso está acontecendo no ambiente. Às vezes menos produção de esporos reflete inclusive condição de menos estresse.

Por exemplo, no plantio direto encontram-se menos esporos de fungos micorrízicos do que em áreas de plantio convencional, porque no convencional há falta de hospedeiro sempre, revolvimento do solo, rompimento das hifas, eles estão nas condições mais estressantes e esporulam mais para se manter.

Por outro lado, no plantio convencional, há menos estresse, menos ruptura de hifas e acabam produzindo menos hifas. No caso que eu apresentei, parece ser um efeito direto do metal intoxicando o próprio fungo, se bem que há espécies que acabam se adaptando a condições de alta concentração de metal e se proliferam naquele ambiente, inclusive auxiliando plantas a se estabelecerem em ambientes de alta contaminação como, por exemplo, quando há necessidade de se fazer uma fito estabilização daquele local.

As plantas não conseguem se estabelecer pela grande disponibilidade do metal. Alguns isolados, retirados de locais de alta contaminação, conseguem auxiliar a planta a se estabelecer naquele ambiente extremamente adverso para as demais espécies.

Uma vez que o número de esporos também reflete o potencial de inóculo, numa condição de alta toxicidade, pode ser que as hifas diminuam em grande quantidade.

Eu tenho um trabalho feito no norte do Paraná, só que não relacionamos isso como metal, mas como disponibilidade de fósforo. Uma queda acentuadíssima entre o número de hifas de fungos filamentosos com a disponibilidade de fósforo no solo que, em algumas situações, essa disponibilidade de fósforo acaba sendo excessiva, em virtude das pessoas lançarem fósforo além da necessidade das culturas, sem se basear no teor disponível no solo e aquilo se acumulava em algumas situações.

Encontramos uma relação de queda drástica entre hifas e fungos filamentosos e fósforo. Tem de se tomar cuidado porque pode não ser exclusivamente efeito do fósforo, pode ser efeito do manejo de solo, plantação de culturas, plantas que foram utilizadas nessas rotações. É preciso interpretar esses dados com mais cuidado. Não se pode dizer que é 100% efeito do fósforo, mas ali há uma alta correlação com o fósforo também.

O SR. MILTON FERREIRA DE MORAES:

Vou começar pela questão do silício com o fósforo. Há algum tempo, aproximadamente 30 anos, o silício foi dito como um elemento essencial. Um grupo de pesquisadores japoneses demonstrou a essencialidade do silício. Entretanto, algum tempo depois, outro grande cientista da área de nutrição de plantas da Alemanha demonstrou o

contrário: o que tinha acontecido não era que as plantas não tinham completado o ciclo devido à falta do silício. Na realidade acontecia uma interação entre fósforo e silício.

O silício atenuava o excesso de fósforo e com isso o efeito estava sendo mascarado. Voltou-se atrás e hoje não se tem o silício como um elemento essencial. São claramente conhecidos os efeitos benéficos do silício nas plantas, em várias formas de estresse, inclusive na questão do contaminante, por exemplo, o cádmio, há muitas pesquisas de 10 anos para cá demonstrando que o silício reduz a acumulação do cádmio nas plantas. Uma planta que tem mais silício terá menos cádmio. Talvez aquilo que eu disse antes, uma planta que apresenta variações genotípicas, por ser mais eficiente em absorver o silício, pode ter menos cádmio. É uma interação que ainda não se conhece exatamente. Realmente o silício interfere na absorção do fósforo.

Passando para a próxima pergunta sobre o conhecimento acerca de outros metais. Eu foquei bastante a apresentação em relação ao cádmio que, como eu disse, é o elemento potencialmente mais problemático – talvez o mais perigoso seja o mercúrio, mas devido ao uso mais generalizado, o cádmio apresenta maior risco.

O conhecimento que se tem é que os comportamentos de chumbo com cádmio são um pouco parecidos. Ambos são metais pesados catiônicos. Por exemplo, o efeito do pH mais baixo no solo, você absorve mais; com um pH mais alto, absorve menos. Isso vale para os dois elementos, mas cada um tem particularidades diferentes. O chumbo tem uma adsorção específica aos colóides do solo muito alta.

Eu vou dar um número fictício, só em termos de comparação: se você colocar 50g de cádmio no solo há um potencial muito maior do que talvez dois Kg de chumbo, porque tudo que entra no solo fica adsorvido, ainda que uma parte é absorvida. No trabalho final da minha tese, estudei a questão dos contaminantes via fertilizantes. Uma das coisas que achei interessante foi que quando eu aumentava a adição de um fertilizante fonte de micro que continha uma quantidade alta de chumbo, na realidade o teor de chumbo no grão estava diminuindo. Isso é um paradoxo. Estou adicionando o chumbo e ele está reduzindo no grão? Não é possível.

Quando eu analisei os resultados da extração, como extrator, no caso utilizamos o DTPA, que demonstra a quantidade do chumbo potencialmente disponível - quando dizemos tantos miligramas de qualquer elemento extraído por DTPA, eu prefiro não falar biodisponível porque se é extraído pensando na planta, indica que é a planta -, o teor no solo do chumbo aumentou, mas o teor na parte comestível, no grão do arroz, diminuiu. São situações muito difíceis de explicar, mas os dados comprovam. Analisamos as amostras nas condições mais limpas que pudemos - digestões com água ultrapura, ácidos purificados – entretanto há outro fato.

Como a própria presença do micronutriente é uma questão que aventamos ser a resposta, eu adicionei fertilizante, o fertilizante tinha zinco. A planta prefere absorver o zinco que o chumbo. Mesmo entrando o chumbo, ela absorve o zinco em detrimento do chumbo.

São fatores que estamos conhecendo hoje, porque antes nós fazíamos precipitadamente, como mostrei aqui. Você analisava a parte aérea de uma planta e percebia que não podia e que estava contaminando a planta e aumentando o metal na planta. Temos de observar a parte comestível. As situações são difíceis de explicar.

Coloco uma questão importante que são experimentos de longa duração, essa é uma realidade de que precisamos que pode responder algumas questões. Não tenho como estudar um contaminante no solo adicionando-o todo de uma vez, porque ele não entra todo de uma vez no solo, ele entra ao longo de 50 ou 100 anos.

Quando eu faço isso, o estudo torna-se um pouco artificial. Para que tenhamos muitas respostas no futuro, temos de começar hoje ou amanhã a fazer os experimentos de longa duração. Esses sim respondem. Os que têm feito demonstram em alguns casos que há um risco, outros demonstram que não, mas só eles vão dizer.

O rapaz perguntou sobre a questão que eu comentei sobre a diferença entre o tipo de alimento. Se você cultiva um arroz, a parte que potencialmente interessa, no caso da alimentação humana, é o grão; no caso da alface, é a folha; no caso do rabanete, a raiz. Esses fatores ainda estão a se descobrir. O mesmo que eu apresentei aqui para o arroz existe para a alface. Há um estudo realizado na Universidade de São Paulo que o Professor Cássio está orientando. Estamos tentando entender se acontece a mesma coisa com o arroz e a alface.

Há uma variação genética. Algumas plantas absorvem menos, porque os mecanismos com que os metais entram nas plantas e os micro que também são metais são parecidos, mas dentro da planta é muito diferente. Às vezes a planta tem mecanismos que evitam a entrada: algumas entram, absorvem e não são translocadas.

Outras nem são absorvidas. A questão da exsudação dos ácidos orgânicos, que o Marcos comentou, é um assunto que hoje tem causado algumas polêmicas muito específicas nessa área, que talvez esteja na fronteira do conhecimento sobre contaminantes em plantas, é que o ácido orgânico exsudado solubiliza o fósforo, então ele solubiliza o cádmio também, com certeza.

Foi especulado o seguinte: uma planta eficiente para produzir em solos com baixo teor de nutriente, que é o que desejamos - plantas mais eficientes, que produzem com menos fertilizante, uma relação custo/benefício melhor – seria um perigo, porque ela é eficiente, libera o ácido orgânico para absorver o fósforo e o contaminante.

Hoje não dá para responder isso. Alguns experimentos dizem que sim e outros dizem que não, mas estou dizendo isso numa vasta busca que fizemos. Estou estudando esse assunto a fundo há quatro anos e encontrei talvez cinco experimentos com esse nível de detalhe. Nem sempre acontece porque às vezes ele libera o ácido orgânico, ele solubiliza o contaminante, ele absorve, mas ele não transloca. São particularidades muito complicadas.

O SR. WELLINGTON BRAZ CARVALHO DELITTI (Universidade de São Paulo):

A minha opinião após essas palestras e as perguntas é que fico mais seguro de que não existe uma base de dados que permita à CETESB ou a qualquer órgão governamental estabelecer uma tabela ou um valor pela responsabilidade que o CONAMA, o Ministério da Agricultura, a própria CETESB ou qualquer órgão do Brasil têm.

Existem no nosso país as mentes, os laboratórios, a capacidade de responder a essa pergunta, ainda que ela não tenha sido respondida.

Do nosso grupo deveria sair uma sugestão muito enfática às instituições de pesquisa, poderia ser o CNPq ou a FAPESP: o lançamento de um grande programa destinado a resolver esta importante questão de política pública.

Logicamente nesse programa eles deveriam financiar essas pesquisas, como todos os colegas indicaram, na abrangência necessária, nos componentes necessários e programar-se para ter experimentos de longa duração como o Milton e o Marcos falaram, já que os processos do solo normalmente são muito lentos, mas não é porque é lento que devemos ignorá-lo. Devemos mandar essa sugestão enquanto grupo de trabalho.

Poderia ter um bom respaldo nas agências de pesquisa, visto que o agronegócio é responsável pela maior parte do PIB do Brasil. É uma coisa justificável e vendável.

Eu conheço fisiologia vegetal e sei perfeitamente da necessidade dos micronutrientes. Não tenho a menor dúvida disso. Eu não entendi aquele gráfico de consumo que o Milton apresentou do Prof. Yamada, porque o crescimento da produção agrícola acompanha o crescimento do consumo de macronutrientes e não a de micronutrientes, porque consumindo 13 vezes mais micronutrientes, a produção não teve o mesmo crescimento.

Devemos pensar naquele gráfico como um ponto importante de reflexão porque os micronutrientes necessários talvez já estejam presentes no solo ou já estejam misturados com os macronutrientes.

Essa é uma questão que fica em aberto, mas é uma interrogação importante, porque se consumiu 13% a mais, e não é visível o crescimento da produção agrícola nesse consumo.

O SR. MILTON FERREIRA DE MORAES:

Duas colocações rápidas. Sobre esse gráfico eu conversei com uma das pessoas que mais estudou esse assunto no Brasil, que infelizmente faleceu há um ano, que é o Prof. Eurípedes Malavolta. Ele me disse, e eu concordo com ele, que há alguns anos, para eu ter uma boa produção, preciso de cerca de hum mg de zinco disponível no solo, extraído com DTPA. Antes isso não era conhecido. Esse conhecimento foi gerado nos últimos 30 anos, por isso talvez se use mais o micronutriente.

A capacidade de diagnosticar a deficiência e a necessidade por meio de tabela e recomendação para micronutriente é muito mais recente. Esse consumo se deu a mais de micronutriente que não está tendo um paralelo com o aumento da produção seja isso. Não me preocupo com isso porque hoje se sabe que pelo menos 20% da população mundial tem carência de zinco.

A última coisa é a questão das legislações. Destaco novamente a última palavra do Prof. Malavolta que dizia que é melhor ter uma legislação e trabalhar para melhorá-la do que não ter nenhuma. Hoje há risco de alguns países falarem que não vão mais comprar produtos agrícolas de vocês porque vocês não têm legislação. O fato de termos legislação evita barreiras não tarifárias. As pessoas criam um dogma, falam que nós não temos legislação e não compram mais porque não temos controle. Por pior que ela seja ou se não está boa, ela vai mudar mesmo. O Professor Malavolta sempre

dizia que toda e qualquer legislação é transitória e vai mudar com o tempo. Os estudos são muito importantes para elas serem alteradas.

O SR. GILBERTO (IBAMA):

Solicito aos palestrantes opiniões a respeito de duas questões.

Pode-se afirmar, direta ou estatisticamente falando, que o aumento da contaminação dos alimentos se deve à diminuição na variedade das espécies cultivadas ou produzidas?

Por exemplo, eu consultei um estudo há muito tempo que afirmava que nos anos 30 consumia-se uma média de 120 tipos de alimentos diferentes, desde carnes, vegetais, legumes e hoje em dia esse número baixou drasticamente para 30 espécies diferentes. Qual a opinião de vocês? Pode aumentar ou não a contaminação?

Outra questão é mais genérica sobre a agricultura sustentável. Com a transferência de nutrientes do campo para a cidade, à medida que se planta e produz carne e alimentos no campo e envia para a cidade, não há essa volta dos nutrientes da cidade para o campo. Qual a opinião de vocês sobre essa questão?

O uso de fertilizantes produzidos a partir de esgoto, resíduos, pode suprir essa volta de nutrientes da cidade para o campo?

O SR. LUIS CARLOS LUCHINI (Instituto Biológico-SP):

A base científica internacional em relação a utilização de macro e micronutrientes e metais pesados está focada fundamentalmente na questão da produção vegetal, na fertilidade do solo para produção vegetal.

Pouco se conhece sobre os efeitos dos microorganismos de solo sobre esses elementos e menos ainda sobre o efeito desses elementos sobre a microbiota do solo, por exemplo, macro e microorganismos, bioacumulação em ocas. Basicamente não se tem informação sobre isso.

Os dados que existem em literatura estão numa base metodológica que não permite a comparação desses resultados e mais: esses dados são gerados em ambientes particularmente para climas temperados que não são transferíveis para o nosso sistema climático.

Fico pensando no seguinte: não temos apenas responsabilidade econômica, mas temos responsabilidade econômica, social e ambiental. Antes de estabelecer qualquer parâmetro, qualquer limite, qualquer valor de referência, não seria importante buscar ou gerar informações científicas comparáveis com metodologias padronizadas para estabelecer o efeito real dessas substâncias nesses ambientes?

O SR. JOSÉ FRANCISCO CUNHA (Sindicato das Indústrias de Fertilizante do Rio Grande do Sul):

Na verdade, existe muita pesquisa, há dados de extração de cádmio, acúmulo de chumbo, testes com produto, avaliação de micronutriente, ou seja, a riqueza de

pesquisa no Brasil é muito grande. Muitas vezes as pessoas não querem enxergar essas pesquisas, mas elas estão disponíveis.

Além disso, temos um laboratório de 60 milhões de hectares, no qual se usou uma quantidade de micronutriente, inclusive contendo metais pesados, durante muitos anos que são laboratórios em aberto para qualquer pesquisa, para se monitorar o que está sendo produzido lá e a partir daí poder eventualmente dar algum palpite.

Há poucos levantamentos que deveríamos valorizar mais da quantificação dos contaminantes no alimento produzido hoje. Isso é fácil de fazer: basta ir ao mercado medir e você tem a informação. Seria interessante discutir como monitorar a qualidade do alimento que estamos produzindo para no futuro se tomar medidas restritivas ou não com relação a uma norma que precisamos ter.

A outra questão é para dar uma explicação do mercado de micronutrientes. Houve nesse período uma grande expansão para o mercado agrícola mais carente, que era a área de cerrados.

Nós dobramos a área plantada no País expandindo para a área que era totalmente carente de micronutrientes que hoje talvez seja menos carente, tanto é que aquele mercado que se aumentou em 13 vezes hoje talvez seja um mercado de um pouco mais da metade do que já foi, ou seja, estamos diminuindo o consumo de micronutrientes, o que será um problema, porque a hora que gastarmos menos zinco iremos empobrecer ao mesmo tempo a alimentação.

Temos de pensar em políticas de estímulo à quantidade do consumo de micronutriente para valorizar a qualidade do alimento.

O SR. CLÁUDIO (ATP – Ministério Público do Estado de São Paulo):

A questão que eu queria recolocar aos palestrantes é a seguinte: esta 4ª reunião do CONAMA tem o foco de discutir a viabilidade ou não de se regulamentar isso, se já temos conhecimento suficiente ou informações de qualidade. Isso é braço do conhecimento científico a serviço dessa questão. Queria resgatar um pouco isso.

Quando vamos discutir essa questão hoje no mundo em que vivemos, não é mais possível uma discussão essencialmente econômica de melhorar e aumentar a produtividade, porque precisamos alimentar o povo já que a população está aumentando. Essa discussão é real mas não podemos nos resumir a ela. A questão que está colocada para nós é a seguinte: produzir com sustentabilidade.

Não dá mais para retirar dessa matriz a sustentabilidade. Eu posso colocar trilhões e trilhões de coisas, aumentar a produção este ano e daqui a cem anos todos nós iremos para o abismo. A reflexão a ser feita é como incluímos na discussão do aumento da produtividade a sustentabilidade. Se não colocarmos essa questão fica a discussão pela discussão, ou seja, eu analisei a história do cádmio na produção, foi por grão, não foi por grão.

Vimos nas primeiras apresentações, do Prof. Wellington e do Prof. Marco, que não podemos resumir essa discussão à saúde humana exclusivamente. Ou entendemos o solo enquanto um sistema que tem uma interligação grandiosa com a vida humana,

mas tem toda riqueza e expressão de vida que está sendo demonstrada e na verdade na hora que estamos discutindo agricultura não estamos levando em consideração isso.

Só estamos vendo o seguinte: estou produzindo mais milho? Estou produzindo mais arroz? Estou produzindo mais feijão? Estou produzindo mais soja? Pode ser – não estou afirmando - que o aumento da produção da soja signifique o extermínio de um conjunto de outros microorganismos e que só vamos dar conta dessa ausência daqui a 30 ou 40 anos.

Retomo essa discussão aos palestrantes no sentido de como ele situa a apresentação dele, principalmente no sentido da agricultura frente à sustentabilidade. Como eu penso na agricultura de tal forma que eu garanta a sustentabilidade do meio pensando nas gerações futuras?

A SRA. ELVIRA (CETESB):

Minha pergunta é para o Prof. Milton. Queria indicações de metais pesados que se mostram importantes, do ponto de vista dessa investigação, quando falamos da biota, da agricultura. Eu vi você citando dois em especial e queria saber se há algum outro. A nossa legislação se atém a alguns metais. Queria alguma informação adicional.

O SR. WELLINGTON BRAZ CARVALHO DELITTI:

Estão surgindo questões muito pertinentes e informações importantes. Uma das técnicas de pesquisa que haveria nesse programa que eu penso seria o diagnóstico das situações utilizadas como foi mencionada pelo senhor.

Podemos e devemos estudar o que já foi feito em relação ao sistema agrícola bem organizado para tentar que seja útil como previsão. Lógico que vamos estudar os sistemas que receberam os metais da forma mais isenta possível e as adjacências, as matas ciliares, os rios, os organismos do solo. Esse é um caminho muito interessante.

Ao mesmo tempo vamos aumentar a abrangência nacional entre os tipos de solo do Brasil. Como vimos, a condição de disponibilidade e de toxicidade é variável conforme o solo, conforme o estado do solo e conforme a variedade genética da mesma espécie, como foi muito bem estudado pelo Milton.

Só essas explicações já nos mostram a necessidade da cautela para estabelecer esses limites. Ainda que sejamos reféns do sistema econômico dos mandatários internacionais, o Brasil já é um país que deve ser respeitado também pela sua qualificação intelectual.

Não somos mais desprezíveis cientificamente tanto que existem grandes cientistas em todas as áreas. Essa informação dos trópicos advém principalmente do que é feito no Brasil, dos europeus que vão para a África, antigamente iam para o sudeste asiático e agora bastante coisa também é feita na China com um viés de tendenciosidade para pesquisa de produção.

Aqui temos as condições de tentar fazer uma coisa mais bem organizada, tentar atender à demanda de alimentos, mesmo que essa grande demanda seja para

exportação. Não devemos sacrificar o solo do Brasil para alimentar os europeus, os chineses ou os japoneses; devemos pensar na sobrevivência dos brasileiros.

Essa questão é importante. Vimos o crescimento da pecuária, da produção de soja, que já consumiu mais de 70% da área do cerrado do Brasil. No meu ponto de vista, é inadmissível uma coisa dessa porque é comprovado que o número de espécies está relacionado com a área.

Em qualquer situação, quanto maior a área, maior o número de espécies. Uma perda de área significa perda de espécies. Não há dúvida quanto a isso. Essas espécies foram perdidas no cerrado sem ser conhecidas, tanto aquelas que vivem acima do solo e também provavelmente muitos milhões nos solos do cerrado.

Nessa nova perspectiva devemos pensar como um grupo de alto nível que queremos responder a uma questão nacional.

O SR. MILTON FERREIRA DE MORAES:

A primeira pergunta seria sobre a diminuição na variedade do consumo de alimentos. Eu entendi que antes se consumiam mais frutas, mais verduras, hoje o gênero alimentício é menor, talvez haja mais produtos industrializados.

Os estudos que têm sido publicados demonstram que a principal causa da desnutrição no mundo é o consumo de alimentos básicos. Quais são esses alimentos? Cereais, grãos de trigo, arroz, porque esses alimentos naturalmente têm menos micronutrientes.

Essa é uma causa da desnutrição que tem sido discutida. Por isso há em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, um trabalho muito interessante feito pela Embrapa que estão se voltando aos bancos de germoplasma que existem das variedades cultivadas há 50 anos e selecionando para identificar plantas que produzem bem, mas que tenham mais micronutrientes ou absorvam mais micronutrientes.

Essa é uma maneira de alimentar a mesma quantidade, por exemplo, se você comeu os mesmos 100g de arroz, você estaria sendo mais nutrido. O consumo de vegetais é muito importante porque a maior parte dos micronutrientes tem de ser deles. Isso é verdade, é um fato. O consumo menor é o que acontece.

O SR. WELLINGTON BRAZ CARVALHO DELITTI:

Por favor, um aparte para falar sobre a desnutrição do mundo. Acima de toda a questão fisiológica está a distribuição do alimento no mundo. Alguns são gordos como eu, com bastante hemoglobina, do lado não é assim. Essa questão de pensarmos na qualidade do alimento talvez seja menor do que pensar na distribuição do alimento, ainda que ela não seja irrelevante, é muito importante pensar em todos os nutrientes necessários à nossa saúde.

O SR. MILTON FERREIRA DE MORAES:

Complementando o que o Prof. Wellington disse, os dados estatísticos produzido pela FAO e pela Organização Mundial de Saúde mostram que as questões de desnutrição e

fome no mundo acontecem basicamente nos países de terceiro mundo, nos países em desenvolvimento. O maior problema em países como os Estados Unidos é a obesidade e não a fome.

A questão da transferência de nutrientes do campo para as cidades, eu nunca vi um trabalho abordando essa situação, talvez eu não tenha buscado com esse objetivo. O objetivo dos nutrientes retirados do campo é ser resposto pelos fertilizantes.

O nutriente que está no nosso alimento algum dia passou pelo fertilizante, porque só o que o solo tem há muitos anos já teria acabado. Esse é o balanço que eu vejo. Eu trabalho com a ciência e sei que uma vez sendo possível o uso, demonstrando-se seguro, não sou contra, porque de alguma forma temos de reciclar, é uma tendência. Temos de analisar os riscos. Não sou contra nem a favor, mas tenho de usar uma ferramenta para avaliar e avaliar com a pesquisa.

Uma pessoa me perguntou sobre a literatura, eu não sei exatamente qual literatura que ela tem interesse mas eu tenho todas as literaturas que citei na apresentação e eu conversei com ela ao final da palestra.

A SRA. ELVIRA:

A pergunta era no sentido de que você citou dois metais - mercúrio e cádmio como sendo os que teriam mais interesse. Como nosso grupo está focando diversos metais, ampliando ou não a gama de metais que já constam na legislação, queria o seu comentário sobre quais metais você tem observado como poluentes numa questão agrícola.

O SR. MILTON FERREIRA DE MORAES:

Basicamente são o cádmio e o chumbo. A preocupação com o mercúrio é devido ao potencial dele, sendo que a adição dele é muito menos generalizada do que a do cádmio.

O mercúrio é potencialmente mais perigoso em causar toxidez, comparado, nas mesmas condições, ao cádmio, mas o cádmio é mais estudado porque é mais difundido no meio ambiente. O outro seria o chumbo. Esses dois são os elementos mais preocupantes.

Em terceiro plano eu diria talvez o arsênio porque, como comentei hoje, já está encontrando deficiência de níquel em campo. Assim como o zinco é essencial, ele também é. Se tiver de tratá-lo da mesma forma, ele deve ser tratado da mesma forma que o zinco. Ele é um nutriente.

A questão do cromo, meu falecido professor diria que ele é o próximo candidato a se tornar um elemento essencial porque para alimentação humana, ele já é, e isso já está comprovado. Existem níveis sugeridos para ingestão de cromo. O cromo no organismo humano, não sou especialista na área mas tenho conhecimento de que ele participa do metabolismo da glicose. Precisamos do cromo. Não vejo tanto interesse por esse elemento. O arsênio é um elemento interessante que, no meu ponto de vista, deve ser candidato a ser estudado. Tenho pouca informação sobre ele mas é um elemento que ainda não tem função conhecida nem para planta nem para animais.

O SR. MARCO ANTÔNIO NOGUEIRA:

Eu tenho notado que o nível das perguntas não nos remete a respostas diretas. Não dá para dizer: é isso por a mais b. A pergunta do Gilberto: pode-se afirmar que a contaminação é decorrência da menor diversidade de alimentos na dieta? Não sei se é possível fazer essa afirmação. Muitos outros fatores podem estar por trás disso, por exemplo, o acúmulo de elementos ao longo do tempo de cultivo. Estou fazendo essa informação sem nenhum embasamento científico, estou especulando pura e simplesmente. Sabemos também que é cada vez maior a dispersão de poluentes, de pontos focados. Temos disseminado cada vez mais poluentes, mundo afora, e isso pode ter contribuído para contaminar os nossos alimentos.

Sobre agricultura sustentável, é sustentável 100%? Não tem jeito, a conta não fecha. Sempre haverá uma exportação, sempre haverá uma perda. Precisamos usar com eficiência e com critério para tentar manter isso sustentável por mais tempo possível. Dizer que vai continuar indefinidamente pelo resto dos tempos, isso jamais vai acontecer, porque não tem como, a matemática não fecha. Temos a exportação, algo precisa ser repostado de alguma forma. De que forma? Vamos trazer as coisas da cidade para o campo e usar como fonte de nutriente também?

Quando eu estudava há 15 anos na graduação, havia uma forte corrente de pesquisas de uso de lodo de esgoto e continua ainda hoje na agricultura e eu pensava: a agricultura não é latão de lixo, isso não é para ser usado na agricultura.

Hoje em dia eu estou pesquisando nessa área também, porque há tanta coisa e vamos fazer o que com esses resíduos? Temos de avaliar de fato o potencial disso, tendo cuidado com os contaminantes, disseminação de patógeno, tudo isso deve ser levado em consideração. O que é o melhor? Tentar controlar o máximo as substâncias perigosas, montar o sistema de coleta de lixo reciclável, separar o orgânico adequadamente, destinação correta de pilhas, metais, tudo o mais.

Na questão do lodo e esgoto, identificar os perigos em termos de poluentes, as fontes produtoras, tentar controlar isso, quantificar no produto e, se houver segurança, por que não usar? Para algumas culturas não para todas, em algumas situações, não em todas. Até quando vamos ter lugar para dispor nossos resíduos e até quando teremos matéria-prima limpa para colocar lá de novo e produzir nosso alimento? Temos de começar a pensar nessas alternativas.

Sobre a afirmação do Prof. Luchini, a questão para avaliar efeito de microorganismo nos alimentos e elementos nos microorganismos é de fato pouco comparável. Temos grande quantidade de trabalho, porém metodologias distintas, locais diferentes que não dá para fazermos comparações, diferentemente do ponto de vista de análise química para fertilidade do solo em que as coisas são mais padronizadas. O que se faz aqui pouco varia Brasil afora. Quando se trata de microorganismos, isso é muito diverso. Talvez seja pelo fato de que o homem se deu conta da importância dos microorganismos há mais de 250 anos. Eles estão aí desde 3,6 bilhões de anos atrás, no início da vida na terra. Quem passou a descobrir microorganismo com importância de fato foi Robert Cooke e Louis Pasteur. Do ponto de vista de microbiologia do solo, os trabalhos datam do início do século passado. Sabemos muito pouco ainda, por isso

talvez essa grande diversidade de informações que muitas vezes não são comparáveis.

Sobre o grande laboratório que temos para estudar os 60 milhões de hectares Brasil afora, acho bastante pertinente. Temos uma vasta área com cronologias de uso distintas. Podemos montar laboratórios com delineamentos estatísticos adequados para se obter confiabilidade e representatividade das amostras e interpretações. Temos de arregaçar as mangas, trazer o solo para o laboratório e arrasar com esse material.

A SRA. MARA MAGALHÃES GAETA LEMOS:

Wellington, nós já estamos com o horário um pouco atrasado. Gostaria de abrir a palavra aos participantes e cada um de nós faz as finalizações.

O SR. ROBERTO:

Na verdade, quero fazer alguns comentários no seguinte sentido: a visão de uma legislação, que é o que se discute, partindo do que está sendo colocado aqui e dentro do cumprimento da nossa função nesse debate, que é acompanhar a avaliação do risco para o meio ambiente e para a saúde pública, nenhuma legislação pode representar risco nem para o meio ambiente nem para a saúde pública.

Se há essas dúvidas, essa legislação em estágio evolutivo não pode, com essa ideia, colocar em risco nem o ambiente nem as pessoas. Quando falamos sobre as informações científicas disponíveis, ressalto as escalas das interações que temos analisado. A relação solo/planta é a mais estudada mas ainda não suficiente em termos de território nacional e das diferentes espécies. Nesse contexto de solo/planta focar só no grão é um risco enorme porque o grão é o estágio mais perigoso desse processo todo, mas se a relação solo/planta por si só não é suficiente, o que dirá a focar principalmente o grão como elemento de avaliação de risco neste contexto.

Sabemos que são pesquisas relevantes mas certamente não são suficientes nem as únicas que orientam esse tipo de análise, dada a diversidade de variáveis que estão sendo levantadas aqui hoje.

Além disso, queria colocar três outras questões que ficou evidente para mim na literatura a que tive acesso: a mobilidade, o comportamento, a dinâmica desses elementos tóxicos no solo é muito falha, tanto para orgânicos como para inorgânicos, e a sinergias entre elementos e substâncias quando você está avaliando essa questão no solo. Às vezes um elemento num vaso faz um efeito, mas quando está junto a outras substâncias como agrotóxico, faz outro efeito pior ainda.

Tomando contato com esse conjunto de variáveis, não podemos propor leis ou regulamentos que representem riscos ou que não saibamos responder porque eles vão se voltar contra nós mesmos.

Faço esse alerta e deixo essa preocupação principal que temos insistido nesse grupo;

A SRA. MARA MAGALHÃES GAETA LEMOS:

Quem está inscrita sou eu. Quero fazer um comentário. Primeiro tenho uma pergunta direcionada a todos. Gostaria de saber se existe alguma informação sobre bário, um metal que para mim tem interesse em termos de solo e participa junto com o zinco.

Esse evento tem como objetivo a viabilidade, que passa por uma análise e hoje no mundo tudo é baseado em análises de risco. Existe uma industrialização, existe uma utilização do solo que já está presente, já ocorre no dia a dia para a qual precisa de um controle, como existem as leis de controle de trânsito e outros controles. Quando você toma um medicamento, ele tem um risco associado, inclusive risco de câncer. O que uma agência ambiental trabalha no mundo inteiro, em qualquer situação, é um risco aceitável. Temos de trabalhar e ver se, dentro do contexto de informações existentes hoje e das condições de viabilidade, existe um risco aceitável ou não. É importante não pensar que não haverá risco. Qualquer coisa que se faça na vida tem certo risco. Estão encerradas as inscrições.

O SR. ANTONIO (Movimento Verde Paracatu – ONGS – Conama):

Quero tecer alguns comentários e fazer uma pergunta ao Dr. Wellington, com quem conversei um pouco. Eu, como barranqueiro da região de São Francisco, no noroeste de Minas Gerais, um simples terapeuta ortomolecular e biólogo no meio dessa plateia seleta, tenho uma preocupação um pouco diferenciada.

Temos de fazer uma pesquisa séria no sentido de entender esses elementos - que na medicina ortomolecular são chamados de oligoelementos ou minerais – e a quantidade de elementos e a proporcionalidade necessária para a existência de todos os seres do planeta.

Sabemos que estamos todos em desequilíbrio. A prova disso é que em uma residência uma ou duas pessoas são acometidas de dengue e o resto da família não é. Existe um equilíbrio em alguns e um desequilíbrio em outros da mesma residência.

Precisamos desse estudo concreto a fim de saber qual o equilíbrio necessário para que haja vida no planeta e depois olharmos esses índices de elementos que são jogados na natureza. Por exemplo, quanto à correção de solo, na minha região está acontecendo uma mortandade de peixe na Bacia do Rio Paracatu, principal afluente do Rio São Francisco, há 6 ou 8 anos sistematicamente e ninguém descobre o que é.

No entanto estamos encravados no cerrado onde drenam lagoas marginais para plantar, usando agrotóxicos, usando micronutrientes de uma mineradora para correção de solo, com alto índice de cádmio, chumbo e zinco. Depois se colhe a lavoura, vem a chuva, joga aquilo dentro do rio e ninguém descobre o que está acontecendo.

Peixes estão morrendo todos os anos, problemas de doenças a que às vezes é acometida a sociedade e não consegue se perceber porque pode estar na estrutura molecular das pessoas como pode estar na estrutura molecular dos peixes que estão morrendo.

O desequilíbrio é muito grande e, pelo que pude perceber, a conversa está em cima do aumento de produção, do lucro, do dinheiro, do capital. Não estou com isso querendo agredir os representantes da indústria e os empresários. Não estou querendo com isso

defender as pessoas que eu represento, que são as entidades ambientalistas do Brasil no CONAMA.

Passo esse comentário ao Dr. Wellington e gostaria de escutar o que ele tem a dizer a respeito disso.

O SR. AGNÁRIO (Federação das Indústrias de Minas Gerais):

Dois comentários e um ponto para reflexão. A Mara já começou a adiantar o que eu queria falar a respeito da colocação do Roberto. Se considerarmos risco zero, temos de jogar fora toda a legislação ambiental brasileira porque nenhuma delas prevê emissão zero, nem de afluente líquido nem de emissão atmosférica. O risco está presente na legislação dentro de uma faixa aceitável pela experiência que o homem tem no mundo e ela está sempre em constante revisão, à medida que você vai descobrindo que alguma coisa não está devidamente parametrizada.

Sobre a colocação do representante do Ministério Público, qualquer cidadão em sã consciência não pode tirar uma vírgula do que ele falou sobre a sustentabilidade. Todos estão falando em pesquisas feitas há anos sobre comportamento e microbiologia do solo. Vamos deixar continuar acontecendo um mercado clandestino que hoje está acontecendo - não adianta fingir que ele não está acontecendo, pois está - ou vamos fazer uma regulamentação que seja possível separar o joio do trigo, haver um maior controle sobre esse mercado?

Realmente quem tem condição de fazer um trabalho sério, quem tem condição de pegar um produto secundário que tem um valor comercial e pode ser tratado de forma tal que seja passível de utilização de maneira responsável ou vamos essas pesquisas por 15 ou 20 anos? Se conseguirmos fomento agora vamos voltar a fazer um seminário deste daqui a 20 anos, enquanto isso o mercado clandestino continuará acontecendo, as pessoas sérias vão trabalhar mas também as não sérias vão continuar fazendo o que estão fazendo hoje. A grande pergunta que se faz é esta: regulamentar o mínimo, acompanhar, fiscalizar e fazer com que isso evolua ou vamos adiar essa discussão por mais 20 anos?

O SR. DAVI (cidadão de SP):

Falo como cidadão de São Paulo. Eu gostaria de fazer três considerações. A primeira é uma importante questão quanto ao retorno dos nutrientes para o campo. Fiz uma conta bem simples: pegando todos os resíduos da cidade de São Paulo, conseguiríamos ter uma planta de 400 mil toneladas de sulfato de amônio/ano para voltar para o campo. Sabemos que o nitrogênio, o fósforo e o potássio não são infinitos. Estamos falando em sustentabilidade do planeta.

A segunda questão que gostaria de observar é quanto ao gráfico de produtividade apresentado e o Dr. Wellington fez uma excelente intervenção construtiva. Eu acredito que ele precisa ser analisado reconhecendo a importância dos macro e dos micronutrientes mas também ali, naquela conta de produtividade, temos de considerar todos os insumos. Temos máquinas, implementos, fertilizantes, defensivos e sementes. Aquele gráfico é muito importante por isso não fica muito visível a relação direta com a questão dos micro.

O terceiro ponto é em relação à apresentação do Dr. Milton que gostei muito. O coeficiente de determinação  $R^2$ , em alguns gráficos, está um pouco baixo. Só uma sugestão para algumas interpretações em relação ao  $R^2$  daquelas variáveis. Precisamos tomar certo cuidado.

A SRA. RÚBIA (CETESB):

Na verdade não é uma pergunta, quero fazer um comentário em cima da intervenção do Roberto. Concordo com a colocação da Mara sobre a questão do risco. Todos os padrões ou mesmo os valores orientadores recomendados por organismos como a Organização Mundial de Saúde e a FAO são baseados em cima de uma análise de risco. Não existe risco zero. Só devemos legislar em cima de um conhecimento pleno dos mecanismos de ação e dos efeitos dos contaminantes, isso utópico, porque sempre colocamos uma ressalva para o conhecimento.

Esses valores, quando são derivados, são baseados nos estudos mais recentes, mas vocês podem observar principalmente aqueles valores de ingresso que chamamos no Brasil em gestão de área aceitável de algum elemento sempre é provisório porque quando surgem novos dados científicos estes valores têm de ser submetidos a uma revisão. Já houve casos de aumentar esse valor porque dados mais recentes indicam que não há risco maior, então pode-se aumentar esse padrão, e pode-se também abaixar esse padrão. Todos os padrões *guidelines* são estabelecidos provisoriamente, porque o conhecimento é dinâmico.

Recentemente, a Agência Ambiental Americana publicou um manual de reavaliação do risco carcinogênico de substância. A CETESB fez uma publicação em 2008, reavaliamos dois inseticidas muito utilizados no passado que tinham uma classificação como carcinogênicos baseados em estudos com animais e, usando essa nova metodologia recomendada pela EPA, para duas substâncias vimos que para o homem ele não é carcinogênico. A ciência é mutável. Precisamos sempre ter isso em mente.

Qualquer legislação deve ser revisada de tempos em tempos. Isso é de extrema importância e todos os legisladores sabem que quando um grupo se reúne para fazer uma proposição de legislação ele tem em mente isso, inclusive é vinculado sempre: mesmo para os valores orientadores estabelecidos aqui para solo da CETESB existe um prazo de validade, ele tem de ser revisto.

Era esse comentário que eu queria fazer. Convido a todos a participarem, amanhã à tarde, da Mesa que vai discutir a utilização da avaliação de risco na proposição de padrões. É muito interessante. A Gisela vai fazer uma exposição a respeito.

A SRA. LADY VIRGÍNIA (Coordenação do GT Conama/CETESB):

Estou inscrita para pontuar a questão já falada com relação ao objetivo do grupo de trabalho. Considerando as várias informações fornecidas pela manhã, com questões referentes a faltas e informações existentes sobre esta questão, considerando que o tema de hoje é o Estado da Arte e o objetivo é o conhecimento do estado da arte, aproveito a experiência de vocês para dizerem ao grupo o que poderíamos regulamentar, o que se conhece agora para se fazer algum tipo de regulamentação.

O SR. ROBERTO:

Só gostaria de esclarecer em relação às minhas colocações que o que estamos questionando é a insuficiência de conhecimento para ponderar risco.

É diferente e isso nos remete também a uma avaliação de metodologia. Que dados alimentam as análises a respeito de risco? Tem de haver dados científicos para isso.

Estamos concluindo que existem ausências de informações científicas. Com lacunas significativas em informação fica difícil ponderar. É isto que estamos defendendo: a insuficiência para alimentar quaisquer análises mais conclusivas que possam nos demonstrar segurança, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde pública.

Além disso, toda essa discussão sempre vai nos remeter a um aprofundamento metodológico e, de cada dado que for usado para alimentar essas avaliações, nós precisamos conhecer sua fonte, sua abrangência e sua representatividade.

O SR. MILTON FERREIRA DE MORAES:

Como consideração, deixo uma parte que eu já havia comentado: a necessidade de iniciarmos algum dia experimentos de longa duração. Complementando o que foi dito, tão importante quanto o estabelecimento de alguns níveis é o monitoramento do que está acontecendo hoje na qualidade dos nossos alimentos. Isso é importante para no futuro sabermos se ele mudou para melhor ou para pior.

Conheço alguns trabalhos no Brasil que analisaram de forma criteriosa e científica esse risco associado a metais, no caso do contaminante, e também se os níveis dos micronutrientes eram os recomendados.

Esses trabalhos são realmente poucos. Podemos contar nos dedos da mão, mas eles existem e não podem ser ignorados. Creio que no futuro eles serão usados para efeito comparativo. Se só fizermos no futuro não saberemos onde está acontecendo a mudança.

A questão do tipo de planta que usamos num estudo de risco, por exemplo, é importante. No meu caso eu trabalhei com arroz porque é difícil mudar a composição do grão, porque o metal tem de sair do solo e chegar até o grão, mas a questão maior é o consumo.

Nós nos alimentamos de arroz: 40 quilos por pessoa ao ano, enquanto a alface é um quilo ao ano. Mesmo que eu dobre a concentração na alface, se eu aumentar apenas 0,1 ou 0,2 no arroz é diferente, porque vai me dar um consumo, uma ingestão diferente. Isso mostra mais uma vez a complexidade. Temos de olhar como um todo.

O SR. WELLINGTON BRAZ CARVALHO DELITTI:

Quero lembrar uma coisa que o Milton falou e que considero importante. A explosão populacional humana é uma realidade, é a fonte de inúmeros problemas e, se não for revertida, será impossível atender as demandas de todos os bens do planeta. Sabemos que antigamente o que era produzido no planeta duraria vários anos para ser

consumido pela humanidade e esse tempo vai se encurtando. Agora já sabemos que a produção total acaba em outubro.

Existe um déficit. Precisaríamos de uma terra e meia para sustentar todos os recursos de que a humanidade necessita. Se quiséssemos que todos tivessem o nível de vida dos americanos, precisaríamos de seis planetas. Temos uma questão muito grande para administrar. Temos de ver todos os ângulos do problema e as limitações que os cientistas podem definir.

Minha opinião é a seguinte: fico no escuro para definir qualquer nível, apesar de reconhecer que é importante legislar, mas como vemos que o controle é inexistente, tanto é que existe a prática como já foi demonstrado, vai continuar a existir, os controles também não serão feitos. Tenho uma visão um pouco pessimista da nossa sociedade.

O SR. MARCO ANTÔNIO NOGUEIRA:

Sobre a questão comentada por pessoas da plateia com relação ao aprofundamento metodológico, eu vou defender o meu peixe nesta plenária.

Alguém já ouviu falar em uso de microorganismos para avaliação de impacto de ambiente? Nossa tendência é enxergar a coisa final ou na planta ou no alimento ou no animal, seja o homem ou outro organismo.

Quem sente primeiro o impacto de tudo que fazemos na superfície da terra são os que vivem lá, por isso eles podem nos auxiliar a prever o que pode acontecer. Eles são bons indicadores. Por isso eles deveriam ser olhados com mais atenção. Além disso, nós nos esquecemos daquela região de transição, superfície radicular e solo chamada rizosfera.

Quando fazemos uma análise química do solo e vemos que o pH é 6, esse é o pH médio daquela amostra de solo que você suspendeu na solução. Na rizosfera aquilo pode estar 8 ou 4 e a dinâmica de tudo que está ali é completamente diferente do que estamos prevendo no solo, sem contar que tudo que está no solo passa pela rizosfera e chega à raiz para chegar à planta. Aquela região também merece nossa atenção.

Costumamos enxergar o resultado final da média das coisas, mas não estamos olhando para a verdadeira porta de entrada. É preciso olhar com atenção para esses aspectos também.

O SR. MILTON FERREIRA DE MORAES:

Eu tenho de fazer um comentário muito rápido. Com relação ao que o Marcos falou, é importante a questão de usar a microbiota, inclusive fizemos parte de um estudo, com a ajuda do pessoal do IAC e avaliamos o efeito da microbiota na adição dos fertilizantes. Os efeitos são notórios.

Quando falta fertilizante como o zinco, o coeficiente metabólico cai pelo estresse.

O SR. MARCO ANTÔNIO NOGUEIRA:

Felizmente tenho visto que a pesquisa já tem despertado para esse aspecto. O que me deixa mais feliz com isso é o fato de que um dos últimos artigos publicados pelo Prof. Malavolta incluía biomassa microbiana em solos da Amazônia.

A SRA. MARA MAGALHÃES GAETA LEMOS:

Agradeço a todos e aos palestrantes. Espero que eles possam participar do resto do Encontro para oferecer mais esclarecimentos.  
Peço a todos que retornem às 14h.