

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

MARCELO GONÇALVES DOS SANTOS

**TRATAMENTO HOMEOPÁTICO NA REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS
POR METAIS CULTIVADOS COM SOJA E TRIGO.**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2016

MARCELO GONÇALVES DOS SANTOS

**TRATAMENTO HOMEOPÁTICO NA REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS
POR METAIS CULTIVADOS COM SOJA E TRIGO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Dr. Affonso Celso Gonçalves Jr.

Coorientador: Dr. José Renato Stangarlin.

Coorientador: Dr. Edmar Soares de Vasconcelos.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2016

Agradecimentos

A Deus que em tudo se manifesta.

Ao meu pai e ao meu padrinho por serem homens dignos e mostrarem os valores que devem ser priorizados nesta vida.

Ao meu orientador Affonso Celso Gonçalves Jr. por conceder a honra de fazer parte do grupo de pesquisa GESOMA, colaborar com minha formação pessoal, profissional e acima de tudo pela amizade.

Agradeço a minha mãe e a minha amada esposa pelo conforto nas horas difíceis, pelo companheirismo e por todo amor a mim desprendidos.

Ao Raul, por encher todos os espaços com energia, alegria e música.

Agradeço aos meus irmãos e irmãs que formam o grupo de estudos GESOMA, por não medirem esforços para ajudar na construção deste trabalho com paciência e compreensão.

Aos meus amigos Ricardo Felipe Braga Souza, Daniel Schwantes, Gustavo Ferreira Coelho, Adir Parizotto, Lucas Bulegon, Lucas Murakami Matté, Dionir Luiz Briesch, Juliano Zimmermann, Gilmar Divino Gomes, Emer Gasparotto, Carla Kosmann, Charles Alves, Anderson Luis Heling, Marcos Cesar Mottin, pessoas da mais nobre estirpe que sempre se prontificaram a ajudar.

Aos professores José Renato Stangarlin, Edmar Soares de Vasconcelos e a Dra. Marcia Vargas Toledo, pelas valiosas colaborações.

Agradeço aos Órgãos de fomento Capes e CNPq pelo financiamento do projeto e a UNIOESTE e ao Laboratório de Química Ambiental e Instrumental por toda a infraestrutura concedida.

Ao Capa (Centro de apoio aos pequenos agricultores) e a UNIOESTE por organizar o curso de extensão em homeopatia na agropecuária.

Ao Dr. Marcelo Angelo Campagnolo por acreditar em minha capacidade.

A todos sou eternamente grato e humildemente ofereço o máximo respeito.

Namaskar.

“NOSSA ARTE COM O TEMPO TORNAR-SE-Á O CARVALHO SAGRADO, O
CARVALHO DE DEUS. ESTENDERÁ SEUS RAMOS ENORMES, INABALÁVEIS
NAS TEMPESTADES. A HUMANIDADE QUE SOFREU TANTOS MALES
DESCANSARÁ SOB SUA SOMBRA BENÉFICA”

SAMUEL HAHNEMANN

RESUMO

SANTOS, M. G. Biólogo, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. **Tratamento homeopático na remediação de solos contaminados por metais cultivados com soja e trigo** Orientador: Affonso Celso Gonçalves Jr. Coorientadores: José Renato Stangarlin e Edmar Soares de Vasconcelos.

O presente trabalho avaliou a remediação de solos contaminados com Cd e Pb com diferentes dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*, e o desenvolvimento de plantas de soja e trigo cultivadas nestes solos. Para tanto, foram desenvolvidos dois experimentos um para cada cultura. Os solos foram contaminados com os metais utilizando os sais de CdCl_2 e $\text{PbCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ em três doses baseadas nos valores de investigação (VI) da resolução Nº 420 do CONAMA (dose 1 - valor preexistente no solo; dose 2 - o VI e dose 3 - três vezes o VI) resultando em 0; 3 e 9 mg kg^{-1} para Cd, 89; 180 e 540 mg kg^{-1} para Pb. As dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* utilizadas foram 0, 12, 24, 48, 96, 200 e 400CH (centesimal hahnemanianna), sendo a testemunha (0CH) água destilada. As aplicações do medicamento no solo foram dias antes e na semeadura, enquanto que nas plantas as aplicações ocorreram em intervalos de 14 dias até terminar o ciclo das culturas. Foram avaliados o desenvolvimento e as trocas gasosas das culturas durante o período vegetativo. No florescimento foram avaliados a composição nutricional das plantas determinando os teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn além de Cd e Pb. Ao final do ciclo foram quantificados os componentes de produção. Posteriormente, as plantas foram seccionadas em órgãos vegetais e determinadas a fitodisponibilidade dos metais nos respectivos tecidos. Nas plantas de soja as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* alteraram a altura e o diâmetro do caule bem como as trocas gasosas, sendo que a contaminação dos solos com Cd e Pb alterou todas as variáveis analisadas. Nas plantas de trigo, o medicamento homeopático interferiu na altura e diâmetro do colmo sendo que a contaminação por Cd e Pb não interferiu nas trocas gasosas, porém afetou negativamente o desenvolvimento, nutrição mineral, sistema radicular e produtividade das plantas. Conclui-se que o medicamento *Nux vomica* foi eficiente para o desenvolvimento de plantas de soja e trigo cultivados em solos contaminados com Cd e Pb, contudo não interferiu na fitodisponibilidade dos metais para as plantas.

Palavras-chave: *Glycine max* L. *Triticum aestivum*. Metais tóxicos. Homeopatia.

ABSTRACT

SANTOS, M. G. Biologist, State University of Western Paraná. **Homeopathic treatment on remediation of soil contaminated by cadmium (Cd) and lead (Pb).**

Advisor: Affonso Celso Gonçalves Jr. Co-advisor: José Renato Stangarlin; Edmar Soares de Vasconcelos

This study evaluated the remediation of soils contaminated with Cd and Pb with different dynamizations of homeopathic medicine *Nux vomica* and development of soybean and wheat grown in these soils. Therefore, we developed two experiments. The soils were contaminated with metals using CdCl_2 and $\text{PbCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ salts in three doses, based on the resolution of the research values (VI) of resolution No. 420 of CONAMA (dose 1 - value preexisting in the soil; dose 2 – the VI and dose 3 - three times the VI) resulting in 0; 3 and 9 mg kg^{-1} for Cd, 89; 180 and 540 mg kg^{-1} for Pb. The dynamizations of homeopathic medicine *Nux vomica* utilized were 0, 12, 24, 48, 96, 200 and 400CH (centesimal hahnemanianna), being the witness (0CH) distilled water. The applications of the medicament in soil were days before and at sowing, while plants were applied in intervals of 14 days until complete the cycle. It was evaluated the development and gas exchange during the crop growing season. At flowering were evaluated the nutritional composition of plants determining the levels of N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn as well as Cd and Pb. At the end of the cycle the production of components were quantified. Subsequently, the plants were sectioned in plant organs and the bioavailability of the metals in their tissues. In soybean plants the dynamizations of homeopathic medicine *Nux vomica* changed height, stem diameter and gas exchange, and the soil contamination with Cd and Pb changed all variables. In wheat plants, homeopathic medicine interfered only in height and diameter of the stem being that contamination by Cd and Pb did not interfere with gas exchange, but negatively affected the development, mineral nutrition, roots system and plant productivity. It is concluded that the homeopathic medicine *Nux vomica* is effective for plant development of soybean and wheat grown in soil contaminated with Cd and Pb, however did not interfere in phytoavailability of metals to plants.

Keywords: *Glycine max* L. *Triticum aestivum*. Toxic metals. Homeopathy.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	6
1. INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 A CULTURA DA SOJA.....	7
2.2 A CULTURA DO TRIGO	9
2.3 EQUILÍBRIO DOS NUTRIENTES NO SOLO	10
2.4 CONTAMINAÇÕES DE METAIS NOS SOLOS	12
2.5 METAIS TÓXICOS.....	13
2.5.1 Cádmio (Cd)	14
2.5.2 Chumbo (Pb)	14
2.6 DINÂMICA DOS METAIS NAS PLANTAS	15
2.7 TECNOLOGIAS DE REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS.	16
2.8 A CIÊNCIA HOMEOPÁTICA.....	19
2.8.1 Homeopatia aplicada à agricultura	23
2.8.2 Medicamento homeopático <i>nux vomica</i>	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO II - HOMEOPATIA NA REMEDIAÇÃO DE METAIS EM SOLOS E FITODISPONIBILIDADE PARA SOJA.....	35
1 INTRODUÇÃO	37
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TRIGO CULTIVADAS EM SOLOS CONTAMINADOS COM CD E PB E REMEDIAÇÃO COM MEDICAMENTO HOMEOPÁTICO <i>Nux vomica</i>	61
1. INTRODUÇÃO	63
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS	87

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Mudanças nos hábitos de consumo e necessidades básicas da população mundial causam demandas cada vez maiores por alimentos, tanto de origem animal como vegetal, por meio de práticas que esgotam recursos naturais e contaminam compartimentos ambientais com agrotóxicos e metais tóxicos. Nesse contexto, dentre os muitos contaminantes se destacam os metais pesados, constituintes naturais dos solos, que com o aumento das atividades antrópicas podem atingir níveis tóxicos (ARAUJO e PINTO FILHO, 2010). Entre as atividades que promovem a contaminação por metais estão mineração, siderurgia, indústria de cosméticos, sucata automobilística e atividades agrícolas, que geralmente expõem o solo a condições adversas de contaminação (TARLEY e ARRUDA, 2003).

Dentre os metais considerados tóxicos, destacam-se o cádmio (Cd) e o chumbo (Pb) por serem bioacumuláveis e ecotóxicos (GONÇALVES Jr. et al., 2000). Segundo Carvalho et al., (2008), quando os metais tóxicos são depositados na camada agricultável do solo ficam disponíveis na solução e prontamente disponíveis para as plantas, tornando-se fonte de contaminação para toda a cadeia trófica.

Uma das alternativas ao sistema agroindustrial é a agricultura orgânica, pois leva em conta métodos de produção integrados que buscam o equilíbrio entre homens, animais e plantas. Este sistema entende solo e água como mantenedores da vida os quais necessitam de cuidados e preservação (PRIMAVESI, 2006). Destaque deste sistema, a homeopatia é ferramenta utilizada por agricultores para o tratamento de plantas, animais e inclusive para a descontaminação de solo e água, pois além de sua eficiência não causam intoxicação, não deixam resíduos e tem baixo custo (BONFIM e CASALI, 2011).

A ciência homeopática teve seu início na Alemanha pela dedicação de Samuel Hahnemann, homem íntegro que não aceitou as formas de tratamento da medicina de sua época criando uma terapêutica totalmente firmada em modelos científicos para confirmar suas leis imutáveis de cura. Tendo a lei dos semelhantes como guia, fundamentou ainda a lei da experimentação em indivíduo saudável, lei

das doses mínimas e lei do medicamento único, as quais juntas formam os pilares da homeopatia (TÉTAU, 2001). Segundo Bonato (2007), sua aplicação na agricultura não tardou a surgir, pelas mãos do célebre filósofo Rudolf Steiner e do casal Kolisko que comprovaram a ação de medicamentos homeopáticos sobre o desenvolvimento de plantas, e em consequência disto, experimentos pelo mundo perduram até hoje.

Objetivando a utilização na remediação de áreas contaminadas e sabendo da eficácia da homeopatia na aplicação agrícola e seu uso para descontaminação de solos e água, se faz necessário investigar a eficiência dos princípios homeopáticos e procurar entender seus mecanismos de ação para solos contaminados com metais. Para isso *Nux vomica*, medicamento amplamente utilizado para casos de intoxicação foi utilizado em diferentes dinâmizações visando a remediação de solos contaminados e a fitodisponibilidade para plantas de soja e trigo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja *Glycine max* (L.) Merrill pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae, tem como provável progenitor a espécie *Glycine ussuriensis* (COSTA, 1996) é considerada uma das culturas mais antigas do mundo com indícios de sua domesticação ser de aproximadamente cinco mil anos. Planta originária do leste da Ásia, foi na China o país em que a cultura mais se desenvolveu, onde a importância na alimentação foi tanta que chegou ao ponto de seus grãos serem considerados sagrados pela população (PROBST e JUDD, 1973).

Apenas no início do século 20 é que os Estados Unidos iniciaram a exploração comercial da soja, como forrageira e a produção de grãos ocorreu somente a partir de 1940 (COSTA, 1996). A soja ocupa papel de destaque na economia mundial, sendo representativa na alimentação tanto de humanos como animais, contribuindo com cerca de 25% do total de óleo comestível e cerca de dois terços de proteína para a alimentação do gado, além da utilização do farelo como constituinte de rações formuladas para aves e peixes, participa também da indústria farmacêutica e de cosméticos (BARBOSA et al., 2014).

A soja é uma excelente fonte natural de fibras, além de possuir em sua composição oito aminoácidos essenciais que não são produzidos pelo corpo humano. Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2015), EUA, Brasil e Argentina são os três principais produtores e exportadores de soja no mundo.

No Brasil, o cultivo da soja a nível comercial teve início na região sul em meados de 1940 no estado do Rio Grande do Sul e rapidamente se espalhou pelos estados do sul Santa Catarina, Paraná e posteriormente, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí (DALL' AGNOL, 2008).

Segundo Hirakuri e Lazzarotto (2014), sua expansão foi rápida devido a fatores como: adaptação das variedades, as condições de solo e clima; mecanização total da cultura por meio da importação de técnicas de cultivo dos EUA; formação de cooperativas que garantem todas as fases da cultura da semeadura até a comercialização dos produtos, onde se destacam grãos, óleo e farelos.

De acordo com a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB, 2013), a década de 70 marca o início da expansão da soja e hoje é o seu mais importante produto agrícola. O Estado foi o principal produtor brasileiro durante a década de 90, posição atualmente ocupada pelo estado de Mato Grosso. Em 2009, o complexo soja participou com 29% do valor total exportado pelo Paraná, na seguinte composição: 4,63 milhões toneladas de soja em grão, com receita de US\$ 1,83 bilhão (16% do total nacional); 2,78 milhões toneladas de farelo de soja, com receita de US\$ 1,03 bilhão (22% do total nacional); 0,53 milhão toneladas de óleo de soja, com receita de US\$ 0,41 bilhão (33%) do total nacional.

A safra 2012/13 foi histórica para a sojicultura do Paraná. Em uma área recorde de 4,68 milhões de hectares os agricultores paranaenses produziram 15,82 milhões de toneladas, a maior da história. Os preços foram os propulsores para o aumento de área de 7% em comparação com a safra 2011/12. A menor oferta da oleaginosa não só no Brasil, assim como no mercado mundial, sustentou as cotações e animou os produtores a expandirem a área de cultivo. As principais regiões produtoras do Paraná são a Norte com 27%, Sul com 25% e Oeste com 21%. O centro-oeste responde por 12% da produção estadual, o Sudoeste por 11% e o Noroeste por 4% (DERAL 2013).

Na safra 2013/2014, a produção alcançou mais de 86 milhões de toneladas cultivadas em trinta milhões de hectares, o que representa apenas 8,9% da área utilizada por plantações agrícolas no país (ANUÁRIO SOJA, 2014). De acordo com Conab (2014) na safra 2013/2014 o Brasil ocupou 30 milhões de hectares com a cultura da soja. Dados da ABIOVE (2014) indicam que o complexo soja tem importante papel no desenvolvimento econômico dos estados em que se encontra, gerando emprego e renda, dados deste site demonstram que em 2011 foram movimentados cerca de 24 bilhões de dólares apenas nas exportações de grãos, farelo e óleo, gerando 1,5 milhão de empregos em todo o país.

2.2 A CULTURA DO TRIGO

As plantas de trigo cultivadas atualmente são frutos de muitos anos de melhoramento, gerando variedades de interesse econômico por meio de hibridação artificial e da seleção natural, a qual vem atuando por milhares de anos tornando esse cereal tão adaptado a diferentes climas e solos (FORNASIERI FILHO, 2008).

Sendo componente básico da alimentação mundial, a produção de plantas de trigo é considerada uma das maiores do mundo superada apenas pelo milho, (XUE ALLEN et al., 2012.).

De acordo com Dedecca e Purchio (1952), um dos primeiros registros existentes sobre a descrição da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) ocorreu em 1753 por Lineu. De acordo com a Embrapa (2009), a nova classificação botânica enquadra o trigo como pertencente à família *Poaceae*.

Do ponto de vista econômico, as plantas pertencentes a família *Poaceae*, tribo *Triticeae*, subtribo *Triticinae*, a qual é formada pelos gêneros *Triticum*, *Aegilops*, *Secale*, *agropyron* e *Haynaldia* são as mais exploradas comercialmente. O gênero *Triticum* engloba muitas espécies e subespécies, incluindo trigo primitivos que deram origem aos trigos atuais (BOSCHINI, 2010).

Pesquisas indicam que o trigo tem como origem o sudoeste da Ásia, na região denominada crescente fértil, que abrange desde Israel até o Kuwait. A Variedade *Durum* surgiu no Egito aproximadamente em 300 A.C substituindo a variedade *dicoccum* por mutação, sendo que a variedade *aestivum* tem suas origens no continente Europeu (FORNASIERI FILHO, 2008).

De acordo com Brasil (2010), é considerado trigo os grãos provenientes de plantas das espécies *Triticum aestivum* L. e *Triticum durum* L., sendo que cada espécie tem um direcionamento específico dos seus grãos na indústria, onde a primeira é direcionada para a panificação, de pães, bolachas, biscoitos, e o último na produção de macarrão e outras massas. Sua classificação se dá por 2 aspectos identidade e qualidade, a identidade envolve a espécie do produto e a força do glúten, sua estabilidade, além de defeitos do grão são aspectos da qualidade.

O trigo pode ser cultivado durante o inverno e primavera, sendo uma das principais culturas presentes no campo durante esse período (EMBRAPA, 2009), onde segundo Lobell et al. (2005), a sua produção em áreas agrícolas tecnificadas é uma fonte de renda e alimento essencial para milhões de pessoas nos países em desenvolvimento.

São conhecidas hoje cerca de 30 tipos geneticamente diferenciados de espécies de trigo no mundo, porém o trigo atual que a maioria da população consome, resulta da combinação genética de três espécies antepassadas por meio de aperfeiçoamento genético, produzindo sementes cada vez mais produtivas e de melhor qualidade (ABITRIGO, 2014).

A cultura do trigo apresenta determinada rusticidade, como tolerância a alumínio e vários mecanismos contra a presença de substâncias tóxicas, como, imobilização na parede da célula, a permeabilidade seletiva da membrana plasmática e exsudação de quelantes ligantes a partir de ápices radiculares (DELHAIZE et al., 1993a), podendo se apresentar como alternativa de cultivo para ambientes adversos (DELHAIZE et al., 1993b).

Dados divulgados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2014), estimaram a área mundial plantada com trigo com cerca de 215,9 milhões de hectares, com uma produção mundial de 655.48 milhões de Mg no ultimo ano, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), o Brasil foi responsável por 2,730 milhões de hectares plantados produzindo cerca de 5,9 milhões de Mg.

2.3 EQUILÍBRIO DOS NUTRIENTES NO SOLO

O solo é o recurso natural que garante o desenvolvimento da vida na Terra, a maioria dos alimentos produzidos tanto para consumo humano quanto para a

maiorias das espécies são cultivados em campos e pastagens, além é claro, da formação e desenvolvimento dos biomas complexos como as florestas, matas e cerrados, que abrigam uma infinidade de espécies da fauna e flora, e que dependem de uma teia de relações muito sensível, sendo o solo um fator essencial para sua sustentação (LEPSCH, 2002).

A formação do solo se dá de forma lenta e gradativa que se inicia com o intemperismo da rocha mãe, com ação da água, de microrganismos, raízes e temperatura, que juntamente com o clima, a deposição de matéria orgânica, características da vegetação, tempo e o relevo, além de fatores antrópicos, influenciam a formação do solo (TORRADO et al., 2006).

Os solos tropicais são de acordo com Primavesi (2002), profundos, intemperizados, com baixa capacidade de troca de cátions, pobres em sílica, mas com muita concentração de alumínio e ferro, com pouca fixação de potássio (K) e amônia (NH_4), porém com grande fixação de fósforo (P), apresentam grande capacidade de troca aniônica, com pH geralmente ácido, com microvita abundante e ativa consegue decompor facilmente a matéria orgânica, é um solo que sofre com erosão por ocorrer chuvas torrenciais e tem baixa capacidade de retenção de água.

Segundo Miranda et al (1997), os nutrientes do solo dependem de algumas reações para estarem disponíveis para as plantas, entra elas o equilíbrio ácido-base, a complexação dos íons, dissolução e precipitação de sólidos, redução e trocas iônicas, sendo que a cinética dessas reações controla juntamente com a absorção biológica a concentração de íons na solução do solo e sua disponibilidade para as plantas.

Os níveis de disponibilidade dos nutrientes e dos metais na solução do solo dependem de dois mecanismos, a adsorção e a precipitação. O processo de adsorção se refere a união dos micronutrientes com superfícies coloidais do solo com força suficiente para controlar sua mobilidade e quantidade na solução. Para a precipitação em formas pouco solúveis, a reação depende basicamente da quantidade do mineral em equilíbrio na solução do solo (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

2.4 CONTAMINAÇÕES DE METAIS NOS SOLOS

As concentrações de metais nos solos dependem basicamente de duas ações: uma natural e outra antrópica. Quando dispostos de forma natural estão relacionados com o material de origem, que através do intemperismo das rochas passa a constituir o mesmo. De forma antrópica, tanto os nutrientes quanto os metais entram na constituição do solo através de aplicação de fertilizantes, pesticidas, combustão de carvão e óleo, emissões veiculares, mineração, fundição, refinamento e incineração de resíduos urbanos e industriais (CAMARGO et al., 2001).

Devido às particularidades dos solos tropicais é evidente que o sistema agrícola de monocultura, importado de climas temperados, encontrou dificuldades para o cultivo de plantas com potencial econômico no Brasil, sendo que para ter boas condições de produção os solos tropicais necessitam de alguns cuidados como a conservação da camada superior do solo, evitar sua compactação, ter uma adubação dirigida e clima favorável (FREITAS E MANSATTO, 2002).

A moderna agricultura em seus cultivos sucessivos não permite a ciclagem de nutrientes pelas plantas, faz com que elas sejam extratoras dos nutrientes do solo, e para que a reposição ocorra é necessário o uso de fertilizantes minerais e orgânicos para a manutenção e produção agrícola. Os fertilizantes podem conter metais pesados em sua constituição, devido à rocha matriz utilizada na fabricação, ou até mesmo devido à utilização de subprodutos industriais que podem conter metais tóxicos em altas concentrações (GONÇALVES Jr et al., 2014).

Além da extração pelas plantas, outro fator que contribuiu para a necessidade do uso de fertilizantes é o fato de que a tecnologia incorporada para manejo do solo foi inicialmente pensada para áreas temperadas, o período de transição da tecnologia para solos tropicais gerou grande degradação do solo exterminando a micro e mesofauna, além de aumentar a lixiviação e perda por erosões dos macro e micronutrientes (MANZATTO et al., 2002).

Uma vez nos solos, os metais podem estar precipitados a compostos inorgânicos, absorvidos às várias formas de sítios de troca, disponíveis na solução do solo, ou ainda fazendo parte da constituição dos seres vivos que mantem relação com o solo (NACKE et al., 2013)

O movimento dos metais entre as diferentes fases do solo depende de interações químicas complexas que envolvem a fase sólida, como as reações de oxirredução e complexação; adsorção/dessorção, além de precipitação e dissolução, sendo que sua mobilidade e comportamento está intimamente relacionados a atributos do solo como pH, temperatura, CTC, potencial redox, quantidade de óxidos de Fe, Al e Mn, além da quantidade de argila (OLIVEIRA, 2009).

2.5 METAIS

Metais pesados são elementos químicos que possuem massa específica maior que 5 g cm^{-3} , ou número atômico maior que 20, podendo ser metais, semi metais e mesmo não metais como selênio (Se) (KABATA E PENDIAS, 2001). Com relação aos vegetais, os metais pesados se classificam em essenciais como cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), benéficos como, cobalto (Co), níquel (Ni), vanádio (V), e os tóxicos ou não essenciais como, alumínio (Al), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr) e mercúrio (Hg), arsênio (As) (GONÇALVES Jr et al, 2014)

Metais essenciais e benéficos desempenham papel importante na nutrição das plantas, já os tóxicos ou não essenciais (Cd, Cr^{6+} , Hg, Pb e As) não tem nenhuma importância nutricional comprovada, pelo contrário são altamente tóxicos mesmo em baixas concentrações (GONÇALVES Jr. et al., 2014), causam graves sequelas nos seres vivos que entram em contato, seja na alimentação ou estando sobre o ambiente contaminado, mesmo metais essenciais e benéficos quando alterados as suas concentrações em níveis muito altos podem se tornar tóxicos.

Os metais podem estar presentes naturalmente no ambiente mesmo em solos que não recebam a ação antrópica e suas concentrações podem aumentar por meio de processos naturais como intemperismo, clima, ação de vulcões, temperatura etc, ou por ações humanas (MUNIZ, 2006).

Uma das ações antrópicas que causa o acúmulo de metais tóxicos no solo é a utilização de fertilizantes em áreas agrícolas, sendo que estes produtos podem ter em sua constituição elementos metálicos como Cd e Pb, provenientes do descarte de lixo industrial (GONÇALVES Jr e PESSOA, 2002).

2.5.1 Cádmio (Cd)

O Cd está classificado como metal pesado por apresentar número atômico 48, massa atômica 112,411g e densidade $8,642 \text{ g cm}^{-3}$ (DIAS et al., 2003). A temperatura ambiente (25°C) é encontrado em estado sólido, pertence ao grupo dos metais que apresentam coloração cinza prateada metálica, é macio, facilmente cortado com faca, por esta maleabilidade esta disponível no mercado sob diversas formas como folhas, grânulo, pellet, pó, bastão, fio etc (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 2001).

Este metal é raro na crosta terrestre encontrado quase sempre em associação com o Zn, sendo que as proporções variam de 1:100 a 1:1000. Na natureza suas principais fontes são rochas sedimentares e rochas fosfáticas de origem marítima, tendo as atividades vulcânicas como as maiores fontes naturais de lançamento de Cd para a atmosfera (ATSDR, 2012).

Mesmo sendo considerado uma das mais perigosas substâncias químicas do planeta (ATSDR, 2012), o Cd tem sido utilizado para diversos fins nas indústrias, principalmente de telefonia celular, para a fabricação de baterias de níquel/cádmio, embora tenha outras aplicações em áreas como de pigmentos, estabilizadores para PVC, revestimentos e ligas. Na agricultura a contaminação de Cd ocorre pela adubação fosfatada e por pesticidas (YAVUZ et al., 2007; BRASIL, 2012; PROVAZI et al., 2012).

2.5.2 Chumbo (Pb)

Pb é considerado metal pesado por apresentar número atômico 82 e massa molecular 207,19, apresenta dois estados de oxidação (Pb^{2+} e Pb^{4+}), sendo o Pb^{2+} o íon dominante do ponto de vista da química ambiental. Apresenta cor cinza-azulado é inodoro e maleável (ATKINS, 2001; PAOLIELLO, 2001).

Este metal é considerado abundante na crosta terrestre, uma vez que suas concentrações variam de 10 a 70 mg kg^{-1} , entre as suas mais importantes fontes naturais estão as erupções vulcânicas e as rochas ígneas e metamórficas (MOREIRA e MOREIRA, 2004). Em estimativa realizada pela WHO (1989) as taxas de emissão natural de chumbo naquela época eram de aproximadamente 19.000

toneladas por ano, sendo as erupções vulcânicas responsáveis por 6.400 toneladas por ano.

De acordo com Silva et al., (2013) sua concentração no solo é diretamente influenciado pelas atividades antropogênicas e pelo transporte pelo ar, oriundos de diversas fontes. O Pb pode ser utilizado na indústria como componente de ligas metálicas, munição, pigmentos de tintas, soldas etc. Porém, a indústria de baterias abrange 70% do Pb processado mundialmente. Em áreas agrícolas, a utilização de fertilizantes para correção dos solos geralmente possuem em sua composição além dos elementos de interesse comercial, metais tóxicos, inclusive o Pb, fazendo com que estes fiquem presentes no ambiente e disponibilizados para as culturas comerciais cultivadas nesses solos (GONÇALVES Jr. e PESSOA, 2002; GONÇALVES Jr. et al., 2011; NACKE et al., 2013).

2.6 DINÂMICA DOS METAIS NAS PLANTAS

Quando em níveis considerados tóxicos no solo, no ar ou na água, seja por ocorrência natural ou por ação antrópica, os metais podem comprometer a cadeia alimentar (CHANG et al., 1987; SOARES et al., 2011), sendo as plantas neste caso mecanismos de transferência dos metais presentes no solo, pois, os metais podem ser adsorvidos, translocados ou armazenados nos seus diversos órgãos e partes, tornando-as novas fontes de contaminação (RANGEL et al., 2006, SILVA et al., 2007).

Sob esse prisma, Chaney (1980) agrupou os elementos químicos em quatro grupos, levando em conta o comportamento e possibilidade de absorção pelas plantas:

Grupo 1 – Abrange os elementos insolúveis no solo ou nas raízes fibrosas das plantas, de forma que são pouco móveis para a parte aérea, mesmo quando o solo está altamente contaminado, são eles (Ti, Cr, Zr, Y, Ag e Sn).

Grupo 2 – Neste grupo em que Hg e Pb estão incluídos, os elementos podem ser absorvidos pelas raízes, mas não são translocados para a parte aérea em quantidades suficientes para causar risco de transferência na cadeia trófica;

Grupo 3 – Aqui estão agrupados os elementos para os quais a planta não consegue restringir a translocação e entrada na cadeia alimentar entre eles estão (Zn, Cu, Ni, B, Mn);

Grupo 4 – O grupo dos elementos que causam toxidade alimentar, onde está incluso o Cd.

A toxidade de metais como Cd e Pb, não são elevadas quando estes se encontram como elementos livres, sendo, contudo, muito perigosos na forma de seus cátions ou quando ligados a cadeias curtas de átomos de carbono (OGA, 2003).

A contaminação por metais pode acarretar redução da produtividade, levando a diminuição no rendimento da safra, bem como o acúmulo dos elementos potencialmente tóxicos nos tecidos da planta, usados como ração animal ou diretamente na alimentação (ROESE, 2008), gerando risco de toxicidade, causando graves problemas de saúde de animais e humanos (CHANG et al., 1987; MELO et al., 2006).

O Pb em excesso no solo pode causar inúmeros sintomas nas plantas, como a redução de crescimento, clorose e escurecimento do sistema radicular, além de inibir a fotossíntese, alterando a nutrição mineral e o balanço hídrico, modifica o estado hormonal e afeta as estruturas e permeabilidade da membrana (SHARMA et al., 2005).

Segundo Kabata e Pendias (2001), a dinâmica do Cd no solo e sua disponibilidade para as plantas está relacionado com pH, quanto mais baixo, maior a disponibilidade de Cd para as plantas, além de possuir interações com outros elementos como, por exemplo, o Zn, este reduz a absorção de Cd pelo sistema radicular.

A toxidade de uma planta por um elemento pode ser medida pelas seguintes variáveis: diminuição no crescimento, redução na colheita, além de concentrações nos tecidos. Podem acumular os metais tóxicos nos tecidos devido a grande habilidade de adaptação as diversas condições do ambiente (ROESE, 2008).

2.7 TECNOLOGIAS DE REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS.

Os processos que determinam a mobilização ou as modificações dos metais na parte sólida do solo são determinadas por inúmeras variáveis, desta forma, uma vez presentes no solo sua remediação é tarefa complexa, para que seja eficiente é necessário o conhecimento de todas as tecnologias disponíveis além é claro da natureza do contaminante (NOBRE e NOBRE, 2003).

Conhecendo a complexidade das relações dos metais no solo, o tratamento deve, segundo (ALMEIDA, 2000), fazer parte de um plano de ação de remediação, sendo utilizados métodos em conjunto, levando em conta os objetivos de cada método, o estado de desenvolvimento das tecnologias se convencionais, emergentes ou inovadoras, o local do tratamento, o principal processo utilizado, a aplicabilidade do solo e a aplicabilidade e destino final dos contaminantes.

Quando o objetivo da remediação do solo é reduzir a concentração ou a toxicidade do elemento é chamado de método de tratamento (sentido estrito), já quando o objetivo é reduzir a mobilidade do contaminante é chamado método de confinamento. Com relação às tecnologias e seu estado de desenvolvimento a classificação se dá mediante o quanto essas tecnologias já foram aplicadas e quanto de informação existe sobre seu custo e eficácia em diferentes cenários (NOBRE e NOBRE, 2003).

Sendo assim, são consideradas emergentes as tecnologias que não foram testadas no terreno contaminado, as inovadoras já foram testadas em pelo menos um local, mas não existe ainda informação suficiente sobre custos e eficácia, as convencionais são aquelas que já foram utilizadas em vários locais e possuem informações suficientes para sua implantação. Devido aos altos custos das tecnologias convencionais, é necessário o esforço constante para aumentar a eficácia das técnicas, buscando a investigação e a implementação de tecnologias com caráter inovador e emergente (RIVETT et al., 2002).

De acordo com Policarpo (2008), as tecnologias de tratamento de solos contaminados quando levados em conta o local são divididas em: técnicas de remediação *in situ*, em que a remediação ocorre no local, apresentam baixo custo quando comparadas a remediação *ex situ*, estas o solo tem que ser retirado do local para posterior tratamento.

Tavares (2013) cita algumas das tecnologias disponíveis, usadas principalmente por países desenvolvidos, entre elas estão:

- PUMP AND TREAT – consiste no bombeamento e tratamento de água contaminada, através de poços de extração, podendo ser transportada para fora do sistema contaminado, os custos para sua implantação são menores quando comparadas as barreiras físicas;
- EXTRAÇÃO DE VAPOR DO SOLO – este processo consiste na remoção física dos contaminantes principalmente os compostos orgânicos voláteis, clorados

ou não, através de poços perfurados no solo, plicando extração a vácuo. Esta técnica pode ser utilizada na descontaminação de solos com baixa a média permeabilidade;

- **DESSORÇÃO TÉRMICA** - Neste método os resíduos são aquecidos para provocar a volatilização dos compostos orgânicos voláteis e semi voláteis, é sempre utilizado a injeção de água ou vapor quente dentro do solo para aumentar a mobilidade dos contaminantes, sendo que este é transportado na fase de vapor para uma fonte de condensação onde podem ser removidos por bombeamento, tem sua aplicação limitada a solos grosseiros, pode matar a vida ao redor pela emissão de calor;

- **AERAÇÃO** – método utilizado para extrair compostos voláteis e semi voláteis que se encontram na zona saturada do solo, envolvendo a injeção de ar para remoção dos contaminantes;

- **BARREIRAS REATIVAS PERMEÁVEIS** – técnica que vem sendo utilizada por diversos países na remediação do lençol freático, um material reativo é alocado no solo onde a água contaminada entra em contato e ocorrem reações que atenuam a carga de contaminante;

- **INCINERAÇÃO** – é um processo de destruição térmica realizado sob alta temperatura com tempo de residência controlada, é utilizado para tratamentos de resíduos de alta periculosidade;

- **SOLIDIFICAÇÃO/ESTABILIZAÇÃO** – promove o isolamento dos poluentes, como CHC e metais pesados, mas não a sua remoção, simplesmente imobilizam fisicamente ou química os contaminantes, através da introdução de materiais que podem provocar a solidificação ou alterar o pH que acarreta na imobilização do contaminante;

- **LAVAGEM DO SOLO** – é efetuado através da injeção de fluidos através de cavidades situadas no subsolo;

- **BIORREMEDIAÇÃO** – uso de microrganismos capazes de degradar resíduos provenientes de depósitos de lixo e solos contaminados com petróleo, geralmente bactérias e fungos degradam os compostos em substâncias menos tóxicas;

- **FITORREMEDIAÇÃO** – os vegetais se adaptam a ambientes extremamente diversos de forma muito eficaz, sendo que algumas espécies se adaptam a situações de solos contaminados com metais pesados. O uso de plantas

para remediação de solos contaminados principalmente com metais tóxicos, tem como vantagem ao baixo custo, mas o tempo que se leva para obterem resultados pode ser longo.

Qualquer que seja a tecnologia utilizada para a descontaminação deve-se levar em conta as particularidades do sítio contaminado e a legislação pertinente. A maioria dos solos apresenta alguma contaminação, a questão é determinar o ponto no qual a contaminação do solo representa um risco inaceitável (FRTR, 2000).

Cada vez mais se nota a preferência por tecnologias de remediação *in-situ*, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, pelo fato de que o uso destas técnicas leva a redução dos custos de instalação, operação e monitoramento. Entre essas tecnologias a fitorremediação se destaca por ter caráter emergente, com potencial de eficiência na limpeza em larga escala dos contaminantes do solo (TAVARES, 2013).

2.8 A CIÊNCIA HOMEOPÁTICA

Objetivando a investigação de tecnologias de caráter emergentes e inovadores, pesquisas utilizando a ciência homeopática aplicada à agropecuária estão sendo feitas no mundo todo. A ação de medicamento homeopático em compartimentos ambientais é recente, teve início em 1923, observando a ação de medicamentos homeopáticos em plantas, desde então estudos vem sendo feitos com intuito de levar a saúde ao meio rural, promovendo o abandono de agrotóxicos e fertilizantes, fontes de contaminação e doenças (ANDRADE e CASALI, 2011).

Arenales (1999) reconhece que a homeopatia possui recursos para retirar do ambiente rural a degradação, tornando-o equilibrado, homeostático, podendo inclusive remediar solos contaminados, dando condições para produção de alimentos saudáveis sem deixar resíduos no ambiente.

De acordo com Tétau (2001) a homeopatia, terapêutica lógica, científica, foi pensada e constituída pela incansável dedicação de Christian Friedrich Samuel Hahnemann, nascido no século IIIVX, no ano de 1755 tendo como pátria mãe a Alemanha. Jovem de vida sofrida consegue com muitas dificuldades e dedicação o título de Dr. em medicina aos 24 anos.

Hahnemann não compactuava com a forma com que os profissionais da área eram instruídos a tratar as doenças e abandona o ofício. Por ser conhecedor

de vários idiomas, consegue sobreviver como tradutor de livros, de títulos principalmente da área médica e química, ofício que lhe garantiu a oportunidade de cumprir sua missão, desenvolver a ciência homeopática (TÉTAU, 2001).

Segundo o mesmo autor, no ano de 1790, ao traduzir a obra do Dr. Cullen intitulada “Tratado de matéria médica” onde consta o artigo sobre a quina, droga eficiente para o tratamento da malária, Hahnemann se impressiona com a afirmação de que a quina cura a malária fortalecendo o estômago devido as suas propriedades amargas e adstringentes. Inconformado com conclusão tão empírica, Hahnemann decide refazer a experiência, tomando por vários dias doses de quina. Chega à conclusão que a quina é eficiente, pois produz sintomas semelhantes aos da malária.

Em 1790, Hahnemann firma o ponto norteador da farmacologia homeopática, *Similia similibus curentur*, ou “cura pelos semelhantes” (BONATO, 2007). Conceito conhecido desde a época de Hipócrates e Paracelso, mas nunca aceito como normativa. Com sua observação científica, Hahnemann, incorpora este princípio, como lei natural de cura, e passa a dedicar toda sua vida para comprovar e fundamentar tal lei (VITHOULKAS, 1980).

De acordo com Pustiglione (2010), Hahnemann começa a experimentar em si e em pessoas próximas, substâncias com potencial medicamentoso, prática que inova, rompendo o paradigma da ação dos medicamentos no organismo. Dá início um novo período de conhecimento sobre a doença e os medicamentos que abrangem os níveis mentais, emocionais e físicos.

Para Kent (2002), desta forma fica estabelecido mais um dos pilares da homeopatia, a “experimentação em indivíduo saudável”. Todos os efeitos de uma substância no organismo saudável são considerados patogenesia, ou seja, é o potencial que a substância tem de causar alterações no organismo saudável, sendo exatamente o mesmo que provoca a cura destes sintomas em organismos doentes.

A compilação de todas as substâncias experimentadas, com os efeitos de suas patogenesias comprovadas, por vários experimentadores ao longo do mundo, são registradas em matéria médica homeopática, passando a ser consideradas possíveis medicamentos homeopáticos (BOERICKE, 2003).

Inicialmente, Hahnemann conduzia suas experimentações baseado em relatos de substâncias tóxicas, percebendo rapidamente que a substância não perde seu potencial patogenesico mesmo quando diluídas a níveis infinitesimais, observa

também o despertar do potencial medicamentoso em substâncias com nenhuma toxidez em níveis altos de diluição (GERBER, 2012).

Segundo Mendonça (2014), o ato de diluir e agitar as substâncias denominado por Hahnemann de dinamização é importante, pois mostra as possibilidades de cura utilizando doses praticamente imateriais muito distante dos níveis tóxicos. As “doses infinitesimais” convertem-se rapidamente em fonte de pesquisas e mais um pilar da ciência homeopática é instituído.

Pela primeira vez na história da medicina, a visão da doença abrange os níveis: geral, emocional, mental e físico do indivíduo, possibilitando a Hahnemann instituir o último pilar da homeopatia, a “prescrição de medicamento único”. Normativa que evita a intoxicação pelo excesso de medicação e possibilita acompanhar todo o potencial de cura do medicamento (EGITO, 2005).

Hahnemann lutou ao longo da vida para consolidar sua terapêutica, a luz de leis e princípios universais regentes da saúde e da doença, embasada sempre pelo método científico. Sua obra-prima contém a teoria e a prática pertinentes à ciência homeopatia. Como base desta ciência o “Organon da arte de curar”, teve seis revisões para ser concluído pelo seu autor (PUSTIGLIONE, 2010).

Para Kent (2002), os conceitos teóricos e práticos da homeopatia cintilam sob o prisma do vitalismo. Doutrina fisiológica onde a força vital é considerada princípio imaterial regente das propriedades físico-químicas e responsável por conceder ânimo aos seres vivos. O paradigma da medicina é materialista, já o da homeopatia é vitalista.

Nos parágrafos 9, 10 e 11 do organon (PUSTIGLIONE, 2010) Hahnemann, discorre sobre o vitalismo, instituindo o que deve ser curado no indivíduo é a “força vital”, pois tem o poder de animar e conservar as partes do organismo em harmonia. Sendo também a origem das doenças, causadas pela influência de agentes hostis a vida que se manifesta por meio de sinais e sintomas. A força vital uma vez em desequilíbrio não consegue atingir homeostase por si.

A forma de curar da homeopatia está no contida no parágrafo segundo do Organon, onde se lê “a saúde deve ser reestabelecida de forma rápida, suave e duradoura”, os parágrafos 3 e 4 esclarecem quais as competências necessárias para as ações curativas e preventivas das doenças: perceber o que deve ser curado no caso patológico, perceber com clareza o que existe de curativo nos medicamentos, saber adaptar o medicamento ao caso patogênico, levando em conta forma de

preparo, potência e a frequência da dose. Para prevenção das doenças as causas devem ser conhecidas e afastadas (PUSTIGLIONE, 2004).

Para Kent (2002), a percepção da doença deve ser feita conhecendo os princípios e fundamentos onde estão descritos a forma correta de preparo, onde a quantidade exata e o momento de repetir a dose do medicamento tem caráter de lei e são aplicáveis a qualquer ser vivo.

Com a característica de serem não moleculares (REZENDE, 2009), os medicamentos altamente diluídos e sucucionados, devem seguir as definições e conceitos próprios para garantir sua eficiência. De acordo com a Farmacopeia Homeopática Brasileira (ANVISA, 2011), é considerada droga toda matéria utilizada para a preparação do medicamento, podendo ser de origem vegetal, mineral, animal, biológica, incluindo isoterápicos e bioterápicos. A dinamização é feita seguindo processos de diluições e sucussões.

Podem ser utilizados três métodos para a preparação do medicamento, no método Hahnemanniano clássico, as dinamizações são feitas obedecendo ao padrão de diluição das escalas centesimal (CH) e cinquenta milesimal (LM), existindo também a decimal (DH), seguidas de cem sucussões, feitas manual ou mecanicamente. O método Korsakoviano parte de uma matriz dinamizada na potência de 30 CH, utilizando um único frasco, coloca-se o medicamento ocupando de 1/3 a 2/3 do frasco, seguido de cem sucussões, ao final ocorre o descarte, deixando o líquido escorrer por 5 segundos, o frasco é preenchido novamente de 1/3 a 2/3 de insumo inerte (álcool) sucussionando mais cem vezes obtêm-se 31K, podendo se estender até o 100 000K (ANVISA, 2011).

Para o método de fluxo contínuo assim como o Korsakoviano utilizam a potência 30 CH como matriz, só que neste método as sucussões são feitas de forma mecânica por turbilhamento contínuo e constante, onde o insumo inerte é água purificada, e 100 rotações equivalem a 100 sucussões (ANVISA, 2011).

Ainda de acordo com ANVISA (2011), insumo ativo é o ponto de partida, o que deve ser dinamizado no medicamento, (tintura mãe, fármaco, etc.), insumo inerte tem a função de transportar as informações do insumo ativo, pode ter qualquer natureza desde que seja desprovido de propriedades farmacológicas. As drogas podem ser preparadas seguindo as escalas decimal, centesimal e cinquenta milesimal. As decimais são preparadas na proporção de uma parte do insumo ativo para nove partes do insumo inerte, as centesimais tem a proporção de uma parte

para noventa e nove, já as cinquenta milésimas a proporção é de uma parte do insumo ativo para cinquenta mil do insumo inerte.

Segundo Bonato (2004), agricultores têm suas primeiras experiências com a homeopatia utilizando a isopatia, técnica que considera como insumo ativo os próprios agentes causadores da doença ou intoxicação, conhecidos com nosódios, pela simplicidade do método com treinamento eles próprios podem produzir e iniciar a remediação de plantas, animais, solo e água.

2.8.1 Homeopatia aplicada à agricultura

A ciência homeopática esta consolidada a mais de 200 anos, mas à apenas alguns anos pesquisadores expandiram suas premissas de humanos para animais e plantas, embasados pelas palavras do próprio Hahnemann “se as leis da natureza que proclamo são verdadeiras, então elas podem ser aplicadas a todos os seres vivos” (BONATO, 2007).

Para Boff (2013), o uso da homeopatia pode ser ampliado tendo a visão do ecossistema rural como organismo único, podendo assim, identificar a doença ou o desequilíbrio de forma ampla, remediando sem deixar resíduos de qualquer natureza, pois, sua ação é energético informacional, tornando a homeopática ferramenta adequada para transformar a forma de produção dos processos produtivos, os quais demandam altas concentrações de material intoxicantes, para um sistema mais equilibrado e saudável.

Os primeiros experimentos a relacionarem homeopatia com plantas e solo foram feitos em 1923, na Alemanha pelo casal Kolisko (KOLISKO e KOLISKO, 1978), tendo como orientador o célebre filósofo Rudolf Steiner, nesta oportunidade desenvolveram uma série de ensaios onde avaliavam o efeito de diluições sucessivas e progressivas de medicamentos homeopáticos na germinação de plantas. Notaram o padrão de curva, semelhante ao padrão de ondas eletromagnéticas, com picos de máxima e mínima do medicamento, concluíram que as dinamizações possuem comportamento cíclico no desenvolvimento das plântulas, pois as potências da droga podem entrar em similitude com o organismo vegetal, causar patogenesia ou permanecerem neutras (BONATO, 2007).

A homeopatia voltada para agropecuária nasce, amparada pela física e química quântica, as ideias de Einstein provam que matéria e energia fazem parte

da mesma substância universal, entendendo os seres vivos definitivamente como sistemas energéticos dinâmicos, tornando-os maiores do que suas partes. Muitos experimentos foram feitos para comprovar o potencial eletromagnético dos seres vivos, como por exemplo, os experimentos do Dr. Burr para mapear a origem dos eixos elétricos, a eletrografia Kirlian e os estudos da epigenética (GERBER, 2012).

Na década de 60, estudos foram desenvolvidos na França envolvendo plantas intoxicadas com sulfato de cobre e remediadas utilizando medicamento homeopático *Cuprum sulphuricum* (NIETEN et al., 1969). Nas décadas de 70 e 80 a Índia produziu muitos estudos, principalmente com Khanna e Chandra, ao longo dos anos obtiveram resultados positivos no controle fúngico de tomates, no controle da podridão pós-colheita de manga, goiaba e tomate, observaram a ação de medicamentos homeopáticos na respiração de fungos, avaliaram a viabilidade econômica e prática do medicamento homeopático aplicado em frutos comerciais (KHANNA E CHANDRA 1976, KHANNA E CHANDRA, 1989; KHANNA E CHANDRA, 1992).

Estudos na área começam a ser feitos no Brasil a partir do ano 2000, com pesquisas realizadas sob a orientação do Dr. Casali envolvendo o uso de medicamentos homeopáticos em plantas, solo e água (CASTRO e CASALI, 2001), desenvolveram estudos sobre a alteração dos campos eletromagnéticos de plantas medicinais utilizando a homeopatia, além de observar alteração na respiração do solo e nas propriedades físico e químicas da água. (ANDRADE, 2000; FIGUEIREDO, 2009; RODRIGUES et al., 2011).

Em paralelo a Universidade Estadual de Maringá no Paraná, inicia seus estudos envolvendo a ciências das altas diluições em vários estudos sobre a alteração no metabolismo de plantas (MORETTI et al., 2002; BONATO et al., 2006; RIGON, 2007), germinação (MARQUES et al., 2011), no controle de plantas daninhas (REIS, et al., 2011), na ativação do metabolismo de defesa de plantas por medicamentos homeopáticos (OLIVEIRA et al., 2014).

Recentemente o *campus* da Universidade Estadual do Oeste do Paraná de Marechal Candido Rondon desenvolve pesquisas sob a coordenação do Dr. Stangarlin discutindo a interferência de medicamentos homeopáticos em nematoides, fungos e na indução de resistência em vegetais (TOLEDO et al., 2015).

O uso da homeopatia na agricultura teve sua legalidade garantida pela Portaria do Ministério da Agricultura nº 505 de 16 de outubro de 1998, e passa a ser

Instrução Normativa nº 007 em 17 de maio de 1999, instrução que trata da agricultura orgânica e considera homeopatia como tratamento válido para este sistema (BRASIL, 1999).

2.8.2 medicamento homeopático *Nux vomica*

O medicamento homeopático *Nux vomica* é obtido a partir de sementes secas e trituradas de plantas de *Strychnos nux vomica* (L.), planta pertencente à família Loganiaceae, originária da Índia e sudoeste da Ásia. É uma planta perene, apresentando frutos redondos, muitos semelhantes às laranjas. Possuem coloração alaranjada brilhante, e quando maduras são lisos e duros com polpa gelatinosa. Estes frutos possuem de 1 a 5 sementes, as quais são discoides, planas e irregulares, com coloração castanho-amarelada, odor característico e sabor amargo. (ANVISA, 2011).

As sementes destas plantas contêm os alcaloides estricnina e brucina em sua composição, são alcalóides altamente venenosos. A estricnina é um potente agente convulsionante utilizada principalmente como pesticida. A intoxicação por estricnina pode ser confundível com patologias como a epilepsia. Sementes de *Strychnos nux vomica* contêm aproximadamente 1,5% de estricnina em sua constituição. (MAKAROVSKY, 2008).

Diante disto, as sementes de *nux vomica* foram sempre muito temidas, por serem ingeridas em doses tóxicas, mas uma vez dinamizadas como medicamento homeopático, *nux vomica*, libera todo o seu potencial medicamentoso e se mostra como um policresto, ou seja, seus sintomas são semelhantes a maioria dos sintomas apresentados pelas doenças humanas, daí seu emprego na homeopatia ser muito eficaz (HAHNEMANN, 2004).

Na agropecuária *nux vomica* é utilizado para desintoxicação de animais que ingeriram alimentos estragados e piretróides, nas plantas é utilizado para desintoxicar mudas contaminadas por agrotóxicos, nos solos é aplicado quando este se encontra intoxicado por agrotóxicos, sendo uma excelente alternativa quando se quer converter a forma de produção convencional para orgânica (BONFIN e CASALI, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIOVE. **Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais**. Complexo da soja: balanço da oferta e demanda. São Paulo: 2014. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>, Acesso em: 30 nov. 2014.
- ABITRIGO, **Associação Brasileira da Indústria do Trigo**. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/>. Acesso em: 19 set. 2014.
- ALMEIDA, G. **tecnologias de tratamento de solos contaminados**. 2000. Disponível em: <http://users.med.up.pt/faru/solos_tec_descont.htm>. Acesso em: 05 jul. 2014.
- ANDRADE, F. M. C. **Homeopatia no crescimento e na produção de cumarina em chambá *Justia pectoralis* Jacq.** 2000. 214p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, p.49-56, 2011.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA SOJA**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2014.
- ANVISA. **Farmacopeia homeopática brasileira**. 3 ed. Brasília: ANVISA, 2011, 364 p.
- ARAÚJO, J. B. S.; PINTO FILHO, J. L. O. Identificação de fontes poluidoras de metais pesados nos solos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró/RN, na área urbana de Mossoró-RN. **Revista Verde**, v.5, n.2, p.80-94, 2010.
- ARENALES, M.C. Agropecuária orgânica. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 1., 1999, Viçosa. **Anais...**Viçosa: UFV, p.54-56, 1999.
- ATKINS. P.; JONES. L. **Princípios de Química**. Porto Alegre: Bookman, 2000, 619 p.
- ATSDR - AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological profile for cadmium**. Atlanta, GA: U.S Departmente of Public Health and Human Services, Public Health Service, 2012, 487p.
- BARBOSA, M.Z.; BUENO, CARLOS R.F. Perspectivas para o mercado mundial de alimentos. In: **Análises e indicadores do agronegócio**. São Paulo, v.9 n.4, 2014.
- BETTIOL, W; CAMARGO, O. DE. Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura. Jaguariuna: **EMBRAPA Meio Ambiente**, 2006, 349 p.

BOERICKE, W. **Matéria médica homeopática**. São Paulo: Robe Editorial, p.638, 2003.

BOFF, P. Inserção da homeopatia na agroecologia. In: II INTERNATIONAL CONFERENCE ON HOMEOPATHY IN AGRICULTURE, 2, 2013, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2013 CD-ROM.

BONATO, C. M. Mecanismo de atuação da homeopatia em plantas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA. 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p.17-44, 2004.

BONATO, C. M.; VIOTTO, E. G.; HARA, J. H. R.; MIZOTE, A. T.; CISNEROS, J. A. O. The application of the homeopathic drugs *Lachesis* and *Isotherapic Virus* in the growth and infection control for SCMV in soughus (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Cultura Homeopática Arquivos da Escola de Homeopatia**, São Paulo, v.16, p.51-51, 2006.

BONATO, C. M. Homeopatia em modelos vegetais. **Cultura Homeopática**, p. 24-28, 2007.

BONFIM, F. P. G.; CASALI, V. W. D. **Homeopatia: planta, água e solo, comprovações científicas das altas diluições**. Viçosa, MG: UDF, DFT, 2011, 102 p.

BOSCHINI, A. P. M. **Produtividade e qualidade de grãos de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água no Distrito Federal**. 2010. 43 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BRASIL – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 007**, de 17 de maio de 1999. Disponível em: <http://ibd.com.br/Media/arquivo_digital/c40fe6c4-51f3-414a-9936-49ea814fd64c.pdf>. Acesso em 20, fev. 2015.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa Nº 38**, de 30 de novembro de 2010. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/legislacao/IN_38_MAPA.pdf>. Acesso em: 13, fev. 2014.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE - Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Diretrizes para a vigilância do câncer relacionado ao trabalho**. Rio de Janeiro: Inca, 2012, 187 p.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F.; CASAGRANDE, J. C. Reações dos micronutrientes e elementos tóxicos no solo. In: FERREIRA, M. E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq: FAPESP; POTAFOS, 2001, 599 p.

CARVALHO, A. V. S. et al. Produção de matéria seca e de grãos por plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas em solos tratados com metais pesados. **Química Nova**, v.31, n.5, p.949-955, 2008.

CASTRO, D.M.; CASALI, V.W.D. Perspectivas de utilização da homeopatia em hortaliças. In: Seminário brasileiro sobre homeopatia na agropecuária orgânica, 2. 2001, Espírito Santo do Pinhal. **Anais...** Viçosa: UFV, p.27-35, 2001.

CHANEY, R. L. Health risks associated with toxic metals in municipal sludge. In: BITTON, G. et al (Ed.). **Sludge health risks of land application**. Ann Arbor: Ann Arbor Science, p.59-83, 1980.

CHANG, A. C. et al. Sequential extraction on soil heavy metals following a sludge application. **Journal of Environmental Quality**, v.13, n.2, p.33-38, 1987.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Séries históricas de produção de grãos**. Brasília: 2014. Disponível em: <
<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&>> Acesso em: 13 nov. 2014.

CONAB. **Quarto Levantamento de Safra 2014/2015**. 2015.

COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Editora Evangraf, 1996, 233 p.

DALL' AGNOL, A. **Soja: o fenômeno brasileiro**. Londrina: EMBRAPA, 2008.

DEDECCA, D. M.; PURCHIO, M. J. **Variedades agrícolas de trigo (*Triticum aestivum* L.) caracterização botânica de algumas variedades em experimentação em São Paulo**. Bragantia, v.12, n.3, p.19-53, 1952.

DELHAIZE, E. et al. Aluminum tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). I. Uptake and distribution of aluminum in root apices. **Plant Physiology**, v.103, p.685-669, 1993a.

DELHAIZE, E.; RAYAN, P. R.; RANDALL, P. J. Aluminum tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). II. Aluminum-Stimulated Excretion of Malic Acid from Root Apices. **Plant Physiology**, v.103, p.695-702, 1993b.

DERAL – **Departamento de Economia Rural**. Soja – Análise da conjuntura agropecuária. SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. 2013.

DIAS, N. M. P; ALLEONI, L. R. F; CASAGRANDE, J. C; CAMARGO, O. A. Energia livre da reação de adsorção de cádmio em latossolos ácidos. **Ciências Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.829-834, 2003.

EGITO, J. L. **Homeopatia: introdução ao estudo da teoria miasmática**. 4^o ed. Pernambuco: editora livro rápido, 2005, 249 p.

EMBRAPA – **Embrapa Trigo – Sistemas de Produção** 4, Versão Eletrônica, Set/2009, disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/>.> acesso em: 01 abr. 2014.

FEDERAL REMEDIATION TECHNOLOGIES ROUNDTABLE (FRTR). Abstracts of remediation case studies. Washington, DC: **USEPA**. 2000, V. 4 (epa – 542- R-00-006). Disponível em: www.epa.gov. acesso em: 2 dez. 2014.

FIGUEIREDO, C. C. **Propriedades físico químicas da água tratadas com preparados homeopáticos de carbonato de cálcio**. 58p. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (**FAO**). Disponível em <http://www.fao.org>. Acesso em: 22 dez. 2015.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Funep, 2008.

FREITAS, P. L. de; MANZATTO, C. V. Cenários sobre a adoção de práticas conservacionistas baseadas no plantio direto e seus reflexos na produção agrícola e na expansão do uso da terra. In: **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

GERBER, R. **Medicina vibracional: uma medicina para o futuro**. 12⁰ ed. São Paulo: Cultrix, 2012, 463 p.

GONÇALVES Jr., A. C.; LUCHESE, E. B.; LENZI, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio em soja cultivada em Latossolo Vermelho Escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, v.23, n.2, p.173-177, 2000.

GONÇALVES Jr, A. C.; PESSOA, A. C. S. Fitodisponibilidade de Cádmio, Chumbo e Crômio, em soja cultivada em argilossolo vermelho eutrófico a partir de adubos comerciais. **Scientia Agrária**, v.3, n.1-2, p.19-23, 2002.

GONÇALVES Jr., A. C. et al. Heavy Metal Contamination in Brazilian Agricultural Soils due to Application of Fertilizers. In: HERNANDEZ-SORIANO, M. C. (Ed.). **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. Ed. Intech Open, p.105-135. 2014.

GONÇALVES Jr., A. C. et al. Phytoavailability of toxic heavy metals and productivity in wheat cultivated under residual effect of fertilization in soybean culture. **Water, Air and Soil Pollution**, v.220, p.205-211. 2011

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Documentos Embrapa**, Londrina, n.349, 2014.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils**. 3 ed. Boca Raton, London, New York, CRC Press, 2001, 413 p.

KENT, J. T. **lições de filosofia homeopática**. 2^o ed. São Paulo: ed. Organon, Editorial Homeopática Brasileira, 2002, 342p.

KHANNA, K. K.; CHANDRA, J. Further investigations of the control of storage rot of mango, guava and tomato fruits with homeopathic drugs. **Indian Phytopathology**, Delhi, v.3, p.436- 440, 1989.

KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. Controlo f tomato fruit rot caused by *Fusarium roseus* with homeopathic drugs. **Indian Phytopathology**, Delhi, v.29, n.3, p.269-272, 1976.

KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. Effect of homeopathic drugs on respiration of germinating fungal spores. **Indian Phytopathology**, Delhi, v.45, p.348-353, 1992.

KOLISKO, E.; KOLISKO, L. **Agriculture of tomorrow**, 2^o. ed. Bournemouth, England: Acorn Press, 1978, 321 p.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LOBELL, D. et al. Analysis of wheat yield and climatic trends in Mexico. **Field Crops Research**, v.94, n.2-3, p.250-256, 2005.

MAKAROVSKY I, MARKEL G, HOFFMAN A, SCHEIN O, NISSIMOV TB, TOSHMA Z, et al. Strychnine – A killer from the past. **Toxic chemical coumpounds**, p.142-145, 2008.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental**. São Paulo: Produquímica, 1994, 153 p.

MANZATTO, C.V; JUNIOR, E. F; PERES, R. R. **uso agrícola dos solos brasileiros**. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

MARQUES, R. M.; REIS, B.; CAVAZIN, A. C. T.; MOREIRA, F. C.; BUCHOSKI, M.; SILVA, L. M.; BONATO, C. M. Germination and vigor of seed of sourghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) treated with *Arsenicum album*. **International Journal of High Dilution Research**, v. 10, n. 36, p. 233- 238. 2011. Disponível em: <http://www.feg.unesp.br/~ojs/index.php/ijhdr/article/view/507/518>> Acesso em: 18 nov. 2014.

MELO, G. M. P.; MELO, V. P.; MELO, W. J. **Metais pesados no ambiente decorrente da aplicação de lodo de esgoto em solo agrícola**, Ministério do Meio Ambiente, 2006, 98 p.

MENDONÇA, A. Homeopatia, animal e vegetal. **Apostilas de orientação**. Erechim: Biocentrus, 2004, 36 p.

MIRANDA, A. C; MIRANDA, H. S.; LLOYD, J.; GRACE, J.; FRANCEY, J. A.; Mc INTYRE, J. R.; MEIR, P.; RIGGAN, P.; LOCKWOOD, R.; BRASS, J. fluxes of carbon,

water and energy over Brazilian cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. **Plant, Cell and Environment**, v.20, 1997.

MOREIRA FR, MOREIRA JC. A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. **Ciências & Saúde Coletiva**, v.9, p.167-181, 2004.

MORETTI, M. R.; ROCHA, M.; BONATO, C. M. Efeito de diferentes dinamizações homeopáticas de $AlCl_3$ no comprimento de raiz principal de plântulas de milho. In XI ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, II, 2002, Maringá, **Anais...** Maringá: UEM, 2002.

MUNIZ, D. H. F; FILHO, E. C. O. Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. **Universitas: Ciências da saúde**, v.4, n.1/2, p.83-100, 2006.

NACKE, H. et al. Availability of heavy metals (Cd, Pb and Cr) in agriculture from commercial fertilizers. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.64, p.537-544, 2013.

NIETEN, G.; BOIRON, J.; MARIN, A. Ação de doses infinitesimais de sulfato de cobre sobre plantas previamente intoxicadas por essa substância; ação da 15 centesimal hahnemanniana. **Pesquisa experimental moderna em homeopatia**, Rio de Janeiro; Editorial Homeopatica Brasileira, p.73-79, 1969.

NOBRE, M. M; NOBRE, R. C. M. Remediação de solos – técnicas alternativas melhoram desempenho. **Revista Química e derivados**, edição n.417, 2003.

OGA, S. **Fundamentos de Toxicologia**. 2 ed., Ed. Atheneu São Paulo, São Paulo, p.405-426, 2003.

OLIVEIRA, J. S. B.; MAIA, A. J. ; FREITAS, K. R.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. ; PICOLI, M. H. S. Activation of biochemical defense mechanisms in bean plants for homeopatia preparations. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, p.971-981, 2014.

OLIVEIRA, R. C et al., Movimentos de zinco em colunas de solo tratados com resíduo calcário oriundo de mineração. **Ceres**, Viçosa, v.56, n.5, p.679– 684, set/out, 2009.

PAOLIELLO, M. M.B.; CHASIN, A. A. M. Ecotoxicologia do chumbo e seus compostos. Salvador: CRA, 144p. (**cadernos de referência ambiental**; v. 3), 2001.

POLICARPO, N. A.; SILVA, D. J.; MORAES, J. E. F.; NASCIMENTO, C. A. O. Estudo Experimental do Tratamento de Solos Contaminados com Bifenilas Policloradas Através de Oxidação Fenton. In: **XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, 2008, Recife. XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2008.

- PRIMAVESI, A. **Cartilha do solo**. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 2006, 117 p.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.
- PROBST, A.H. & JUDD, R.W. Origin, U.S. history and development and world distribution. In: **CALDWELL, B.E.** (ed.). Soybean: improvement, production and uses. Agronomy v.16, p.01-15, 1973.
- PROVAZI, K.; ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S. Estudo eletroquímico da recuperação de metais de pilhas e de baterias descartadas após o uso. **Rem: Revista Escola de Minas**, v.65, n.3, p.335-342, 2012.
- PUSTIGLIONE, M. **O moderno organon da arte de curar**. 2ed. São Paulo: Typus, 2004, 320 p.
- PUSTIGLIONE, M. **Organon da arte de curar de Samuel hahnemann para o século XXI**. 1^o ed. São Paulo: ed. Organon, 2010, 320 p.
- RANGEL, O. J. P. et al. Efeitos de aplicações de lodos de esgoto sobre os teores de metais pesados em folhas e grãos de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.583-594, 2006.
- REIS, B.; MARQUES, R. M.; SILVA, H. A.; LOLIS, M. A.; MOREIRA, F. C.; BELATO, K. K.; BONATO, C. M. High dilutions of acetone affect the *Avena sativa* growth *in vitro*. **International Journal of high Dilution Research**. V 10, n. 36, p. 249-252. 2011. Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~ojs/index.php/ijhdr/article/view/511>> acesso em 17 nov. 2014.
- REZENDE, J. M. de (Coordenador). **Caderno de homeopatia – Instruções práticas geradas por agricultores sobre o uso de homeopatia no meio rural**. 3.ed. Viçosa: Departamento de Fitotecnia/UFV, p.62, 2009.
- RIGON, B. **Efeitos da homeopatia de *Mangonia pubescens* em sorgo**. 2007, 28 p. Monografia (especialização em botânica Aplicada às plantas medicinais) – UEM, Maringá, 2007.
- RIVETT, M. O; PETTS, J; BUTLER, B; MARTIN, I. Remediation of contaminated soil and groundwater: experience in England and Wales. **Journal of Environmental Management**, v.65, p.251- 268, 2002.
- RODRIGUES, I. M.; ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. Avaliação da turbidez da água tratada com preparações homeopáticas. In: 8^o SEMINÁRIO REGIONAL DA QUALIDADE DE VIDA E DO AMBIENTE, 2011, Leopoldina. **Anais...** Leopoldina: 2011. CD-ROM.

ROESE, F. M. **Metais em água, solo e hortaliças produzidas na região urbana do município de Campo Grande, MS**. Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2008, 86 p.

SEAB - SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ. **Soja – análise da conjuntura agropecuária**. 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja__2013_14.pdf> Acesso em: 28 set 2014.

SHARMA, P.; DUBEY, R. S. Lead toxicity in plants. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.17, n.1, p.35-52, 2005.

SILVA, M. C. A. et al. Manifestações gastrintestinais e diagnóstico de intoxicação por chumbo: relato de dois casos. **Revista Associação Médica do Rio Grande do Sul**, v.57, n.1, p.61-63, 2013.

SILVA, M. L. S.; VITTI, G. C.; TREVIZAM, A. R. Concentração de metais pesados em grãos de plantas cultivadas em solo com diferentes níveis de contaminação **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.527-535, 2007.

SOARES, I. A. et al. Fungos na biorremediação de áreas degradadas. **Arquivos Instituto Biológico**, v.78, n.2, p.341-350, 2011.

TARLEY, C. R. T.; ARRUDA, M. A. Z. Adsorventes naturais: potencialidades e aplicações da esponja natural (*Luffa cylindrica*) na remoção de chumbo em efluentes de laboratório. **Revista Analytica**, n.4, p.25-32, 2003.

TAVARES, S. R. L. **Remediação de solos e águas contaminadas por metais pesados: conceitos básicos e fundamentos**. Rio de Janeiro, 2013, 147 p.

TÉTAU, M. **Hahnemann – muito além da genialidade**. São Paulo: Editora Organon & Lisboa: Biopress, 2001.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Controle da pinta preta e efeito sobre variáveis de crescimento em tomateiro por preparados homeopáticos. **Summa Phytopathologica** (Impresso), v.41, p.126-132, 2015.

TORRADO, P. V.; MACIAS, F.; CALVO, R.; CARVALHO, S. G.; SILVA, A. C. Gênese de solos derivados de rochas ultramáficas serpentinizadas no sudoeste de Minas Gerais. **R. Brasileira de Ciências do solo**, v.30, p.523-541, 2006.

USDA – **USDA Foreign Agricultural Service**, Circular Series - Grain: World Markets and Trade 08-01, January 2014.

VITHOULKAS, G. **Homeopatia: ciência e cura**. Ed. Cultrix. São Paulo, 1980, 436 p.

(WHO) WORLD HEALTH ORGANIZATION. IPCS. **Environmental health criteria 85-lead – environmental aspects**. Geneva, 1989, 106 p.

XUE ALLEN, G. et al. Wheat Production and Wheat Rust Management in Canada. **Journal of Northeast Agricultural University**, v.19, n.1, p.1-14, 2012

YAVUZ, O., et al. Removal of cadmium and lead from aqueous solution by calcite, **Polish Journal Environmental Studies**, v.16, n.3, p.467–471, 2007.

CAPÍTULO II - HOMEOPATIA NA REMEDIAÇÃO DE METAIS EM SOLOS E FITODISPONIBILIDADE PARA SOJA.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do medicamento homeopático *Nux vomica* na remediação de solos contaminados por cádmio (Cd) e chumbo (Pb) e a fitodisponibilidade destes metais em plantas de soja. Para tanto o solo foi contaminado previamente à semeadura, utilizando sais de $\text{CdCl}_2\text{H}_2\text{O}$ e PbCl_2 em três doses, utilizando os valores de investigação da resolução Nº 420 do CONAMA como base, resultando em 0; 3,0 e 9,0 mg kg^{-1} para Cd e 89; 180 e 540 mg kg^{-1} para Pb. O medicamento homeopático *Nux vomica* foi utilizado nas dinamizações 12, 24, 48, 96, 200 e 400CH (centesimal hanhemaniana), sendo a testemunha água destilada. Os medicamentos foram aplicados no solo sete dias antes da semeadura e também na semeadura, após a emergência a cada 14 dias aplicados na planta até concluir o ciclo. Durante o cultivo foram avaliadas o desenvolvimento, as trocas gasosas, composição nutricional, componentes de produção e a fitodisponibilidade dos metais na planta. Os resultados demonstram que o medicamento *Nux vomica* interferiu na altura e diâmetro do caule e na assimilação de CO_2 , condutância estomática e transpiração das plantas de soja, mas não interferiu na fitodisponibilidade dos metais para as plantas.

Palavras-chave: soluções ultra diluídas; *Glycine max* L; descontaminação de solos; metais pesados.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the homeopathic medicine *Nux vomica* in the remediation of soils contaminated with cadmium (Cd) and lead (Pb) and the bioavailability of these metals in soybean plants. To this end the soil was contaminated prior to sowing, using $\text{CdCl}_2\text{H}_2\text{O}$ and PbCl_2 salts in three doses, based on the resolution of the research values of resolution No. 420 of CONAMA, resulting in 0; 3.0 and 9.0 mg kg^{-1} for Cd and 89; 180 and 540 mg kg^{-1} for Pb. The homeopathic remedy *Nux vomica* was used in dynamizations 12, 24, 48, 96, 200 and 400CH (Centesimal Hanhemannian), being the witness with distilled water. Medicines were applied to the soil seven days before sowing and after sowing, every 14 days applied in the plant until complete the cycle. During cultivation were evaluated development, gas exchange, nutrient composition, component production and bioavailability of metals in the plant. The results demonstrate that *Nux vomica* medicine interfered in height and stem diameter and CO_2 assimilation, stomatal conductance and transpiration of soybean plants, but did not affect the bioavailability of metals to plants.

Key-words: ultra-diluted solutions; *Glycine max* L.; soil decontamination; heavy metals.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura altamente tecnificada utilizada para o desenvolvimento do sistema agrário brasileiro tem seus métodos questionados pelo fato de que para aumentar a produtividade são necessários valores crescentes de agrotóxicos e fertilizantes. Estes, quando em contato com o solo, sofrem transformações químicas que podem liberar metais tóxicos para a solução do solo, causando toxidez aos organismos do solo e as plantas, ou ainda podem estar complexados a matéria orgânica ou adsorvidos as argilas, tornando o solo depósito de poluentes (ALLOWAY, 2013).

Pesquisadores como Gonçalves Jr. et al., (2014), demonstram que ações antrópicas provocam acúmulos de metais em níveis tóxicos, tornando os solos contaminados e prejudicando os ecossistemas como um todo, este acúmulo altera as qualidades físico-químicas do ar, da água e solo, causando desequilíbrio para a fauna e a flora.

Dentre os metais, cádmio (Cd) e chumbo (Pb) merecem atenção pois sua utilização pela sociedade moderna é crescente, seus níveis de toxidez são muito altos, são elementos bioacumuláveis e ecotóxicos, apresentando perigo ao meio ambiente e aos homens (GONÇALVES Jr. et al., 2014).

Uma vez presentes nos solos são necessários métodos de remediação de metais, entretanto, na maioria das vezes, são métodos onerosos e/ou pouco eficientes (CHENG et al., 2015). Neste contexto, uma alternativa atrativa que vem sendo difundida entre os agricultores é a homeopatia, que no Brasil está regulamentada pela Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011), permitindo que agricultores orgânicos utilizem medicamentos homeopáticos para tratamento de plantas, animais, solo e água.

Sistema terapêutico desenvolvido por Samuel Hanhemann, a homeopatia tem como pilares norteadores os princípios da similitude, da experimentação em indivíduo saudável, do medicamento único e das doses mínimas, princípios que causam grande furor nos meios acadêmicos, pois, partem do pressuposto que apenas uma substância com potencial de causar distúrbio na saúde tem condições de curar distúrbio semelhante em indivíduo doente e seguindo essa premissa toda a terapêutica revolucionária que envolve a homeopatia é desenvolvida (TETAU 2001).

Hahnemann inovou criando uma farmacopeia própria e um sistema de experimentação em indivíduos saudáveis, pois, entende que para revelar todo potencial medicamentoso de uma substância se faz necessário a experimentação em indivíduo saudável, e seus efeitos (patogenesia) anotadas em matérias médicas homeopáticas, além de entender que utilizando a diluição e a sucussão o potencial medicamentoso da substância é liberado sem causar toxidez ao organismo, e que apenas um único medicamento pode atingir todos os sintomas do indivíduo doente, foram grandes diferenças no estudo da medicina (PUSTIGLIONE, 2010).

Países como Índia, França, E.U.A, Brasil, vem avançando no estudo da homeopatia no meio agrícola, bem como o estudo das patogenesias em plantas culminando no desenvolvimento de matéria médica homeopática para plantas que está sendo desenvolvida por vários pesquisadores, incluindo brasileiros como o prof. Vicente Casali da Universidade Federal de Viçosa (BONATO, 2009).

Um dos medicamentos homeopáticos empregados pelos agricultores para casos de desintoxicação é o *Nux vomica*, muito utilizado no tratamento de humanos por seus efeitos medicamentosos abrangerem grande número de sintomas e, por analogia vem sendo aplicado na agrohhomeopatia, pois tem demonstrado eficiência para diversas formas de vida em que a energia vital esteja sofrendo interferência de agentes intoxicantes (REZENDE, 2009).

Desta forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar a remediação de solo contaminado com teores de Cd e Pb, utilizando diferentes dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*, avaliando seus efeitos em plantas de soja, bem como a fitodisponibilidade nos tecidos do vegetal em estudo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, localizada em longitude 54° 22' W, latitude 24° 46' S e altitude de 420 metros.

As plantas de soja foram cultivadas em vasos de 8 dm³, preenchidos com LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (LVE) de textura argilosa (argila = 578,00; silte = 348,58 e areia = 73,42 g kg⁻¹). Os teores preexistentes de Cd e Pb foram <0,005 e 89,0 mg kg⁻¹ respectivamente, todavia, os valores de Cd, indicam a

possibilidade de existência de Cd no solo, porém abaixo do limite de detecção do método utilizado (FAAS) ($0,005 \text{ mg kg}^{-1}$).

Aos 60 dias antes da semeadura foi realizada a calagem e a adubação do solo, aplicando-se a quantidade correspondente a $1,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ de CaCO_3 para atingir uma saturação por bases (V%) de 70%, 50 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio (KCl), 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de super fosfato triplo (SFT) e para adubação nitrogenada foram inoculadas bactérias na semente, conforme Pires (2014).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial, sendo três concentrações de Cd e Pb no solo, sete dinamizações de medicamento homeopático *Nux vomica* e quatro repetições, sendo considerado cada vaso uma unidade experimental.

A contaminação dos solos foi realizada a partir da adição de soluções metálicas preparadas com os sais de Cd [cloreto de cádmio monohidratado ($\text{CdCl}_2\text{H}_2\text{O}$)] e Pb [cloreto de chumbo II (PbCl_2)], sendo as doses baseadas nos valores de investigação (VI) específicos para áreas agrícolas da resolução Nº 420 do CONAMA (BRASIL, 2009) (solo A - valor preexistente no solo; solo B – VI e solo C - três vezes o VI), resultando em 0 e 89 mg kg^{-1} de solo seco para Cd e Pb respectivamente no solo A; 3,0 e 180 mg kg^{-1} de solo seco para Cd e Pb respectivamente para solo B e 9,0 e 540 mg kg^{-1} de solo seco respectivamente para Cd e Pb no solo C.

As concentrações dos metais nos solos foram alteradas aplicando-se 250 ml de soluções homogeneizadas contendo $\text{CdCl}_2\text{H}_2\text{O}$ e PbCl_2 , onde nas doses de valores preexistentes foram adicionadas 250 ml de água destilada. Após secos, os solos foram homogeneizados e irrigados com água destilada até 60% da capacidade de retenção de água e incubados por 30 dias (SIMONETE et al., 2003). Ao final do período de incubação, foram semeadas sete sementes de soja da cultivar NIDERA 5909® por vaso, sendo realizado o desbaste logo após a emergência, mantendo três plantas por vaso.

O medicamento homeopático *Nux vomica* foi preparado seguindo as normas da Farmacopeia Homeopática Brasileira (BRASIL, 1977), foram obtidos em laboratório de manipulação homeopática do município de Marechal Cândido Rondon, tendo como base a escala centesimal Hahnemanniana (CH), nas dinamizações, 0 (testemunha), 12, 24, 48, 96, 200 e 400CH.

As dinamizações de *Nux vomica* foram diluídas na concentração de 1 ml l⁻¹ de água destilada (BONATO, 2014). Foram realizadas duas aplicações no solo antes da germinação uma aos sete dias antes da semeadura e outra no dia da semeadura. Após a germinação as aplicações foram realizadas na planta em períodos quinzenais até o termino do ciclo da cultura (98 D.A.E), as doses foram aplicadas até atingir o ponto de escorrimento da planta. As pulverizações foram realizadas com auxílio de aspersor manual

No estágio fenológico vegetativo 2 (primeira folha trifoliada completamente desenvolvida) (Circular Embrapa) [14 dias após a emergência (DAE)], as plantas de soja foram acometidas por ataque de antracnose e desta forma foi realizado o controle fúngico por meio da aplicação de tiofanato metílico (70 g de pa/100 l de água). Além disso, realizou-se o controle de doenças fúngicas e pragas no estágio V6 (quinta folha trifoliada completamente expandida) (30 DAE) com a aplicação de trifloxistrobina + tebuconazol (75 + 150 g i.a. ha⁻¹) e tiametoxam (150 g i.a ha⁻¹). Foram analisadas a altura do dossel e o diâmetro do caule das plantas em intervalos de 14 dias, a fim de elaborar uma superfície de resposta das plantas com base nestes parâmetros biométricos.

As determinações de trocas gasosas foram realizadas no estágio R1 (início da floração) (50 DAE) com o equipamento IRGA LI-6400XT (Licor Inc. Lincoln, NE), sendo analisada do primeiro ao quarto trifólio a contar do ápice de cada planta durante o início da floração. O fluxo de fótons fotossinteticamente ativos médio durante as determinações das trocas gasosas foram de 1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e a concentração média de CO₂ ambiente foi de 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, no período da tarde, sendo determinadas as variáveis: *A*/ – Taxa de assimilação líquida de CO₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); *E*/ – Taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$); *gs*/ – Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Para as análises nutricionais dos tecidos foliares durante o desenvolvimento das plantas, foram realizadas amostragens do primeiro até o quarto trifólio a contar do ápice durante o início da floração (MALAVOLTA et al., 1997), foram determinados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), Cd e Pb.

Para tanto, as amostras dos tecidos vegetais foram submetidas à digestão sulfúrica para a determinação de N e nitroperclórica para os demais elementos, conforme metodologia descrita pela Associação Oficial de Química Analítica (AOAC,

2012), sendo os teores de P determinados por espectroscopia visível e os demais por espectrometria de absorção atômica modo chama (FAAS). Os teores de nitrogênio nos tecidos foram determinados pelo método Kjeldahl (AOAC, 2012).

Ao final do ciclo (113 DAE) as plantas foram retiradas e separadas em parte aérea, raízes e partes reprodutivas, para mensuração do número de vagens por planta (NEP), número de grãos por vagem (NGV), volume das raízes (VR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa de 100 grãos (M100) e produtividade (PROD), o volume das raízes foi determinado pelo método de deslocamento da proveta, utilizando na proveta uma solução de água e álcool (9:1) a fim de evitar a tensão superficial da solução. As fitomassas secas foram quantificadas em balança analítica após secagem em estufa com circulação de ar forçada por sete dias a 65°C, e a produtividade foi corrigida para umidade de 13%.

Posteriormente, as plantas foram novamente seccionadas, desta vez em folhas, caules, raízes e grãos para a determinação de Cd e Pb nas respectivas partes vegetais conforme metodologia descrita anteriormente. Com base nesses valores foram determinados os índices de translocação para parte aérea e grãos, conforme Equações 1 e 2 respectivamente (ZHANG et al., 2014):

$$IT = \frac{CPA}{CSR} \quad (1)$$

$$IT = \frac{CG}{CSR} \quad (2)$$

Em que: IT = índice de translocação; CPA = concentração do metal na parte aérea (mg kg^{-1}); CSR = concentração do metal no sistema radicular (mg kg^{-1}) e CG = concentração do metal nos grãos (mg kg^{-1}).

Depois de tabulados, os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Para a comparação das médias foi utilizado o teste Tukey a 5% e para as interações entre as dinamizações de *Nux vomica* e as concentrações de metais no solo as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5%.

3 Resultados e discussão

De acordo com a análise de variância da altura das plantas de soja avaliadas ao longo do tempo observa-se interação significativa entre as concentrações de metais no solo e as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*, bem como a interação entre as concentrações de metais no solo as dinamizações homeopáticas e os D.A.E quando analisada a variável diâmetro do caule (Tabela 1).

Tabela 1- Resumo da análise de variância das variáveis, altura de planta e diâmetro de caule, avaliadas ao longo do tempo para plantas de soja cultivadas em solos contaminados com níveis crescentes de Cd e Pb, remediados com medicamento *Nux vomica*.

F.V	GL	Quadrados médios	
		Altura	Diâmetro
Solo	2	1119,92*	0,7742 ^{ns}
Homeopatia	6	26,6462*	0,5324 ^{ns}
D.A.E	6	5972, 15*	119,57*
Solo x homeopatia	12	35,6981*	9,3318*
Solo x D.A.E	12	202,23*	0,2084 ^{ns}
Homeopatia x D.A.E	12	2,8852 ^{ns}	0,096 ^{ns}
Solo x Homeopatia x D.A.E	72	5,238 ^{ns}	0,8001*
Resíduo	477	7,821	0,3015
CV (%)		13,69	11,8

F.V (fonte de variação), *significância a 5% de probabilidade pelo teste Fischer, N.S (não significativo a 5%), GL (graus de liberdade), C.V (coeficiente de variação).

As plantas de soja apresentaram desenvolvimento diferenciado na altura do dossel, percebe-se a influência dos metais tóxicos nesta variável e a interação significativa com as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* nas plantas cultivadas em todos os níveis de metais no solo, ora aumentando, ora diminuindo e também não apresentando nenhum tipo de alteração (Figura 1).

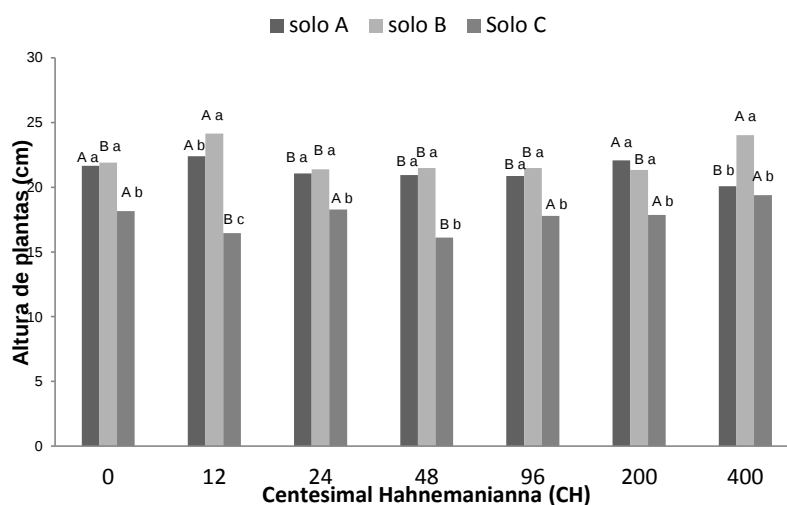


Figura 1- Altura de plantas de soja durante o desenvolvimento cultivadas em diferentes níveis de Cd e Pb no solo, submetidas a dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*. Níveis de Cd e Pb: A) 0,0 e 89 mg kg⁻¹; B) 3,0 e 180 mg kg⁻¹; C) 9,0 e 540 mg kg⁻¹. Letras maiúsculas iguais para cada solo avaliado não diferem entre si pelo teste de Scott Knott. Letras minúsculas iguais para cada dinamização não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

De acordo com a Figura 1, quando observado a testemunha (0 CH) nota-se que a altura das plantas de soja cultivadas em solo sem o incremento de metais (solo A) e as cultivadas no solo B, não diferiram estatisticamente, apenas as cultivadas no solo C diferiram estatisticamente das demais, efeito causado pelas maiores concentrações de metais no solo.

A ação do medicamento homeopático é percebida na dinamização 12CH onde proporcionou aumento na altura das plantas cultivadas no solo B, superando o solo A e o solo C. Quando comparado à testemunha o solo B aumentou significativamente a altura.

O medicamento *Nux vomica* na dinamização 48 CH interferiu negativamente na altura das plantas cultivadas nos solos A e C. Quando avaliada a dinamização 400CH, as plantas cultivadas no solo B obtiveram altura superior às cultivadas nos solos A e C, efeito semelhante ao observado na 12CH.

Na Figura 2 observa-se a interação entre os solos contaminados com metais Cd e Pb, as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* e os D.A.E., para a variável diâmetro do caule de plantas de soja.

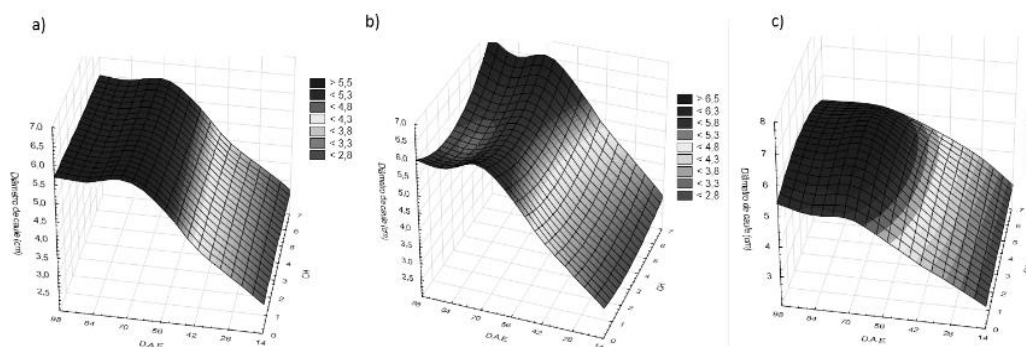


Figura 2- Diâmetro do caule de plantas de soja durante o desenvolvimento cultivadas em diferentes níveis de Cd e Pb no solo, submetidas a dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*. Níveis de Cd e Pb: a) 0,0 e 89 mg kg⁻¹; b) 3,0 e 180 mg kg⁻¹; c) 9,0 e 540 mg kg⁻¹. Dinamizações (C.H): 1 (água destilada); 2 (12 CH); 3 (24 CH); 4 (48 CH); 5 (96 CH); 6 (200 CH); 7 (400 CH).

Quando analisados os tratamentos controle (0 CH), e as dinamizações 12, 48 e 400 CH nota-se um desenvolvimento semelhante em que o diâmetro do caule das plantas não diferem até os 56 D.A.E., período em que as plantas cultivadas em solos com a maior contaminação C apresentaram diâmetro 18% menor comparados com as cultivadas nos solos A e B.

Já nas dinamizações 24 e 200CH do medicamento homeopático *Nux vomica*, observa-se comportamento similar até os 56 D.A.E., período em que o diâmetro do caule das plantas cultivadas no solo C apresentaram diferença significativa no diâmetro quando comparadas com a sua testemunha, superando as plantas cultivadas nos solos A e B remediadas nas mesmas dinamizações.

O medicamento homeopático *Nux vomica* na dinamização 96CH, contribuiu para que as plantas cultivadas no solo A diferissem estatisticamente dos solos B e C aos 56 D.A.E., a plantas cultivadas no solo C também obtiveram acréscimo de diâmetro quando comparado à testemunha.

As variáveis biométricas analisadas demonstram que o aumento dos níveis dos metais Cd e Pb no solo resultam em diferenças na altura e no diâmetro do caule das plantas de soja. Estes resultados mostram que os vegetais possuem desenvolvimento diferenciado quando submetidos à situação de estresse causado pela presença de metais tóxicos no solo (Figura 1).

A alteração causada na altura das plantas de soja cultivadas em solos contaminados com metais Cd e Pb são justificáveis pelo fato destes metais alterarem os processos vitais das plantas, reduzindo assim seu desenvolvimento (BHARDWAJ et al., 2009).

Segundo SHARMA e DUBEY (2005), um dos principais sintomas de toxicidade do excesso de Pb no solo é a redução no crescimento vegetal, clorose foliar e escurecimento do sistema radicular.

Por sua vez o Cd pode interferir na absorção, transporte e utilização de elementos, como Ca, K, P, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Ni, além de afetar o balanço hídrico das plantas (SANITÁ DI TOPPI e GABRIELLI, 1999), consequentemente afetando o seu desenvolvimento.

A diferença significativa no diâmetro de caule para solos contaminados com a maior dose dos metais apresentando medias inferiores aos demais solos pode ser explicado pelo fato de que o tamanho dos vasos do xilema são reduzidos devido à deposição dos metais nas paredes dos vasos (SRIDHAR et al., 2005).

De acordo com Casali et al., (2006) preparados homeopáticos são formas de mensagem energéticas que ao serem administrados, obedecendo ao princípio da similitude, agem na energia vital do organismo e, quando aplicados em plantas, causam alterações a níveis morfológicos e fisiológicos.

O medicamento homeopático tem ação na energia vital e desta forma busca tornar o sistema homeostático. Já os metais Cd e Pb são agentes causadores de toxicidade no sistema solo/planta, ocasionando com que o medicamento *Nux vomica* tenha similitude de sintomas e exerça ação homeopática para essa situação de desequilíbrio. Isto corrobora com o trabalho de Bonfim et al. (2010), em que observaram que preparações homeopáticas de *Alumina* na 6 e 12CH e *Calcareo carbonica* também na 6 e 12CH possuem efeito significativo sobre o vigor de sementes de alface submetidas a condições de estresse causadas por contaminação por alumínio.

Percebe-se que o medicamento homeopático *Nux vomica* atuou de forma distinta nas diferentes dinamizações avaliadas para as variáveis biométricas analisadas, de forma que não é possível relacionar o efeito do medicamento com o aumento ou diminuição da dinamização, o que de acordo com Pedalino (2006) corresponde com a ação normal dos medicamentos homeopáticos, pois as diferentes diluições atuam em locais diferentes do organismo.

Com relação às trocas gasosas, ao se analisar as variáveis taxa de assimilação líquida de CO₂ /A/, condutância estomática /g/ e transpiração /E/ pelas plantas de soja percebe-se interação significativa entre os níveis de metais Cd e Pb no solo e as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* (TABELA 2).

Tabela 2- Resumo da análise de variância dos parâmetros referentes a trocas gasosas de plantas de soja cultivadas em solos contaminados por Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

F.V	G.L	Quadrados médios		
		A	Gs	E
Solo	2	147,5663*	0,1708*	25,8752*
Homeopatia.	6	108,81*	0,0332*	4,6864*
Solo x homeopatia.	12	104,1177*	0,0214*	25,1432*
Resíduo	63	3,4292	0,0075	1,0007
CV (%)		12,76	53,07	20,26

F.V (fonte de variação), *significância a 5% de probabilidade pelo teste Fischer. N.S (não significativo), C.V (coeficiente de variação), G.L (graus de liberdade), A (assimilação de CO₂), gs (condutância estomática), E (transpiração foliar).

Observando a /A/ pode-se notar a interação significativa entre os metais no solo e a ação das diferentes dinamizações do medicamento *Nux vomica*, podendo-se observar o decréscimo de /A/ para plantas cultivadas no solo A e um acréscimo de /A/ para plantas cultivadas nos solos B e C (FIGURA 3).

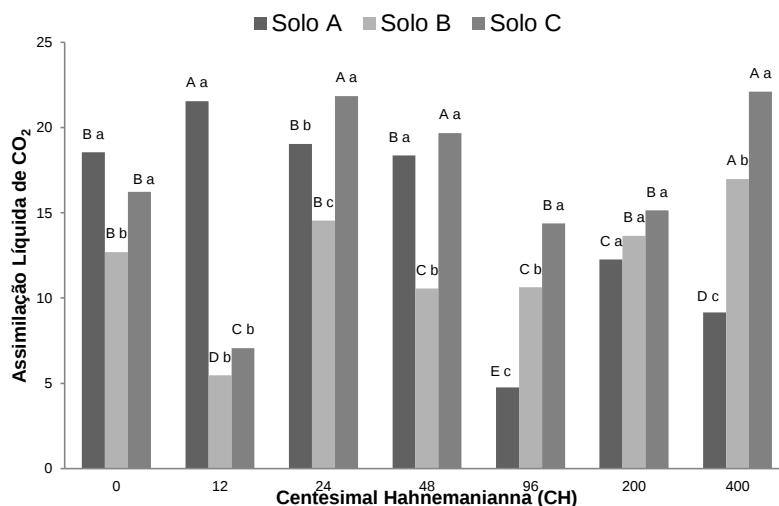


Figura 3- Taxa assimilatória líquida de CO₂ /A/ (μmoles CO₂ m⁻² s⁻¹) de plantas de soja na época do florescimento cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb, remediados com dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*. Letras minúsculas iguais nas dinamizações avaliadas não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas iguais nos solos avaliados, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

As plantas cultivadas nos solos A e C e remediadas com a testemunha (0 CH) não diferiram estatisticamente, apenas nas plantas cultivadas no solo B observou-se redução significativa de /A/. Quando observada a dinamização 12CH

nota-se o aumento significativo da /A/ das plantas cultivadas no solo A e a redução da mesma variável nas plantas cultivadas nos solos B e C. já na dinamização 24 CH a /A/ das plantas cultivadas no solo A não diferiram da testemunha, porém foram inferiores as cultivadas no solo C, as plantas cultivadas neste solo e sob a influência da 24 CH aumentou significativamente a /A/, com relação a sua testemunha e aos demais solos.

A dinamização 96 CH, quando observado a /A/ das plantas cultivadas no solo A observa-se redução significativa tanto em relação às plantas cultivadas nos solos B e C, quanto quando comparadas à sua testemunha, efeito que pode ser entendido como patogenesia do medicamento *Nux vomica*.

Na dinamização 400 CH ocorreu diminuição significativa da /A/ para as plantas cultivadas no solo A, e aumento significativo para as plantas cultivadas nos solos B e C, sendo estes, superiores as suas testemunhas e aos demais solos.

Para a variável condutância estomática /gs/ (FIGURA 4), observa-se que as diferentes dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* interferiram significativamente nesta variável para as plantas cultivadas em todos os níveis de contaminação de metais no solo.

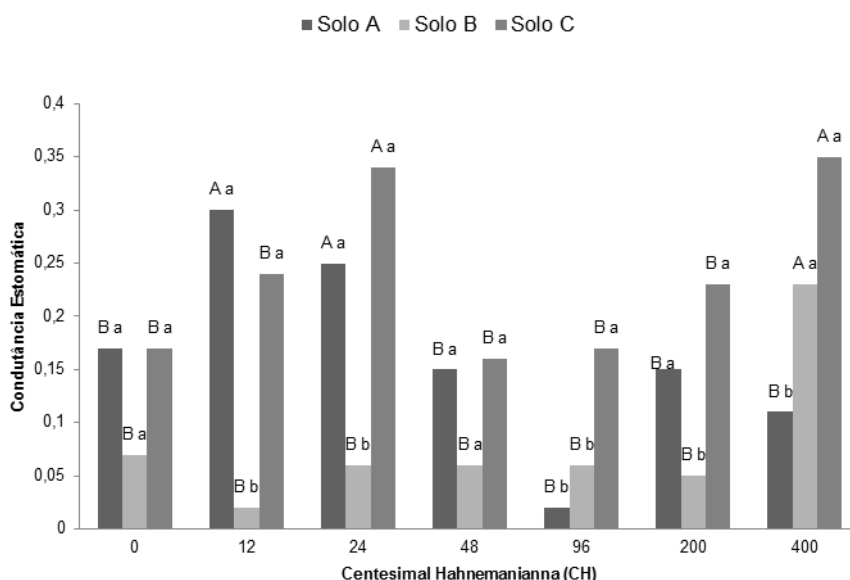


Figura 4- Condutância estomática /gs/ ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de soja na época do florescimento de plantas de soja na época do florescimento cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb, remediados com dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*. Letras minúsculas iguais nas CH avaliadas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas iguais nos solos avaliados não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

As plantas tratadas com 0 CH (testemunha) não diferiram estatisticamente quando observados os valores de /gs/ nos diferentes solos contaminados com

metais. Quando avaliadas as plantas que receberam *Nux vomica* na dinamização 12CH, nota-se incremento significativo da /gs/ nas plantas cultivadas no solo A.

Já o medicamento *Nux vomica* na dinamização 24 CH alterou significativamente a /gs/ das plantas cultivadas nos solos A e C, quando comparadas com a testemunha. Na dinamização 48 CH do medicamento *Nux vomica*, nota-se que não houve alteração das plantas cultivadas nos diferentes solos quando comparadas com a testemunha.

Quando analisada as plantas que receberam a dinamização 96 CH nota-se efeito similar à Figura 3, onde as plantas cultivadas no solo A sofreram redução significativa da /gs/ do medicamento *Nux vomica* percebe-se que as plantas cultivadas no solo A foram às únicas que sofreram alteração da /gs/ sendo um decréscimo significativo com relação à testemunha.

A dinamização 400 CH do medicamento *Nux vomica* causou melhora significativa na /gs/ das plantas cultivadas nos solos B e C sendo que estas não diferiram estatisticamente, sendo melhores do que as testemunhas. As plantas cultivadas no solo A, a /gs/ foi inferior aos outros solos.

Quando analisados os valores de transpiração /E/ (Figura 5) observa-se que as plantas tratadas com água destilada (0 CH) e cultivadas nos solos A e C não diferiram estatisticamente, apenas as cultivadas no solo B diferiram significativamente. As demais dinamizações do medicamento *Nux vomica* sugerem quando comparadas com as figuras 3 e 4, que a ação do medicamento homeopático *Nux vomica* segue um ciclo específico, ora potencializando ora causando declínio dos valores, sendo nas dinamizações baixas ou nas altas, o que nos faz pensar sobre que para atingir o potencial de cura para as plantas as dinamizações mais baixas são eficientes não sendo necessário alcançar as dinamizações mais altas.

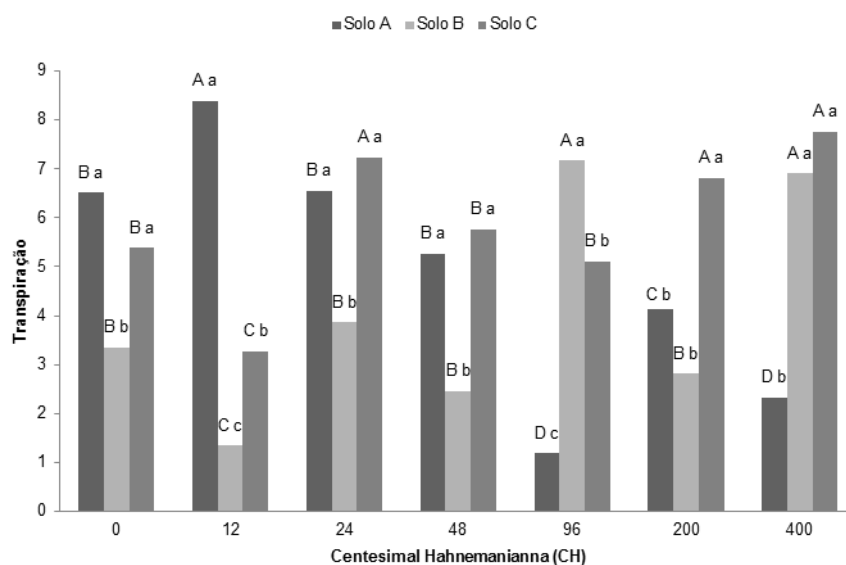


Figura 5- Transpiração $/E/$ (mmoles H₂O m⁻² s⁻¹) de plantas de soja na época do florescimento de plantas de soja na época do florescimento cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb, remediados com dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*. Letras minúsculas iguais nas Dinamizações (CH) avaliadas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas iguais nos solos avaliados não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Os resultados obtidos na Tabela 2 corroboram com diversos autores, que sugerem que a presença de metais tóxicos reduz as trocas gasosas devido ao estresse causado na planta (MORSCH et al., 2002; FENG et al., 2010; SESSITSCH et al., 2013; DENG et al., 2014).

Com relação aos efeitos dos metais na alteração nos valores das variáveis observadas nas trocas gasosas das plantas de soja, evidencia-se que as alterações se devem a ação dos metais no complexo fotossintético, pois estes, de acordo com Gill et al., (2012) causam desequilíbrio na relação entre as clorofilas “a” e “b”, reduzindo desta forma a captação de luz pelas proteínas clorofiláticas (PCCL).

Pode-se afirmar ainda que a toxicidade dos metais altera a atividade fotossintética da enzima RUBISCO, inibe a cadeia transportadora de elétrons, além de causar danos às células guarda e as estruturas do cloroplasto (FENG et al., 2010).

Resultados encontrados por Farooq et al. (2013), demonstram que concentrações altas de metais reduzem a $/A/$ e a $/E/$ de plantas de algodão, o que corrobora com os resultados obtidos no presente estudo.

O medicamento homeopático de acordo com Bastide (1998) tem ação por meio da transferência de informação contida no medicamento para o organismo, por meio de sinais biológicos com potencial de modificação da fisiologia da planta. Isso

mostra que a ação de *Nux vomica* causou alteração na força vital das plantas, alterando com isso o seu metabolismo.

Entre os efeitos observados com relação à ação das diferentes dinamizações do medicamento homeopático nas trocas gasosas, pode ser evidenciada a possível patogenesia causada pelo medicamento nas plantas cultivadas no solo A, pelas dinamizações 48, 96, 200 e 400CH de *Nux vomica*. De acordo Carneiro et al., (2011) para se confirmar a patogenesia o medicamento deve causar em plantas saudáveis sintomas que a mesma não apresentava antes da experimentação medicamento, levando em conta que as plantas cultivadas no solo A são consideradas saudáveis com relação a contaminação dos metais.

O medicamento homeopático *Nux vomica* está inserido na Matéria Médica Homeopática de Boericke (1997), como um dos maiores policrestos Hahnemannianos, sendo indicados para casos gerais de intoxicação e hipersensibilidade, quando observado os sintomas causados no sistema respiratório de indivíduos saudáveis, *Nux vomica* causa respiração oprimida e superficial, sintomas que em analogia as plantas de soja, podem se relacionar com os sintomas observados nas trocas gasosas.

Como não existe matéria médica homeopática própria para os vegetais que possa conduzir o medicamento pelo princípio da similitude, uma alternativa para isso, de acordo com Bonato (2009), é utilizar os sintomas físicos apresentados por humanos contidos na matéria médica homeopática como analogia para os sintomas apresentados pelos vegetais.

Ainda de acordo com Bonato (2009), cada dinamização causa efeitos distintos nos organismos vegetais, e como foi comprovado desde os primeiros trabalhos sobre os efeitos homeopáticos em plantas quando utilizadas dinamizações crescentes do mesmo medicamento homeopático, os efeitos são alternando ora estimulantes, ora supressores (KOLISKO E KOLISKO, 1923).

A alteração na assimilação de CO₂ por medicamentos homeopáticos foi observada por pesquisadores como Lisboa (2006), que constatou efeito de *Cantharis* na 4CH sobre a assimilação de CO₂ em plantas de *Ruta graveolens*, e Silva (2005), que, de maneira similar, concluiu que o medicamento homeopático *Apis mellifica* melhora a assimilação de CO₂ em *Sphagneticola trilobata*.

Na Tabela 3 são apresentados os quadrados médios da análise de variância para o tecido vegetal da soja. A análise demonstrou efeito significativo na fonte de

variação solo, para os elementos Zn, Mn e Cd. Já para a fonte de variação homeopatia, não houve efeito significativo para os elementos. Mesmo caso para a interação entre solo e homeopatia, onde não se obteve resultado significativo.

Tabela 3- Resumo da análise de variância dos teores foliares dos micronutrientes em plantas de soja durante o florescimento, cultivadas em solos contaminados com níveis crescentes de Cd e Pb.

F.v	G.L	Quadrados Médios					
		Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Pb
solo	2	0,504 ^{ns}	85,083*	192,035 ^{ns}	80,869*	18,583*	60,619 ^{ns}
homeopatia	6	1,312 ^{ns}	13,777 ^{ns}	146,928 ^{ns}	2,992 ^{ns}	0,301 ^{ns}	85,797 ^{ns}
soloxhomeo	12	1,080 ^{ns}	16,986 ^{ns}	231,577 ^{ns}	5,521 ^{ns}	1,319 ^{ns}	121,119 ^{ns}
residuo	63	1,198	16,685	213,704	9,700	2,115	95,798
CV (%)		43,89	30,07	35,17	26,01	45,41	52,37

F.V (fonte de variação), * significância a 5% de probabilidade pelo teste Fischer, N.S (não significativo a 5%), C.V (coeficiente de variação).

Para evidenciar a diferença significativa entre os elementos no tecido foliar de plantas de soja cultivadas em solos contaminados com metais na Tabela 4 encontra-se a avaliação das médias para cada concentração de metais no solo e as médias de Cd além dos micronutrientes Zn, Mn.

Tabela 4- Médias dos teores de Cd, Zn e Mn encontrados no tecido foliar de plantas de soja na época do florescimento.

Teores de Cd e Pb (solo)	Cd	Zn	Mn
0,0 e 89 mg Kg ⁻¹	2,7142 b	14,5357 a	13,4285 a
3,0 e 180 mg Kg ⁻¹	2,7500 b	14,6428 a	12,3928 a
9,0 e 540 mg Kg ⁻¹	4,1428 a	11,5714 b	10,1071 b

Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre as concentrações de solo a 5% de significância pelo teste de Tukey.

As dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* não interferiram estatisticamente na disponibilidade dos macro e micronutrientes, além dos metais Cd e Pb na análise do tecido vegetal da folha diagnose. Contudo, as diferentes concentrações de metais no solo causaram alterações nos teores de Mg, Zn e Cd, de acordo com Pourrut et al., (2011), as alterações na nutrição mineral das plantas com relação a micronutrientes podem ocorrer a partir de bloqueios na raiz,

diminuição nos processos de translocação, ou até mesmo pela competição entre íons, prejudicando processos fisiológicos críticos.

Os menores teores de Zn e os maiores teores de Cd nas folhas podem ser justificados pela competição existente entre estes elementos pelos mecanismos transportadores, uma vez que o Cd movimenta-se internamente pela planta preferencialmente por canais catiônicos ou por meio de elementos transportadores, nesse caso o Zn (SARWAR et al., 2010).

Tal facilidade de translocação de Cd dentro da planta comprova os valores foliares encontrados nas plantas de soja, visto que este metal possui a entrada nas plantas facilitada através dos canais de cátions de Ca e Mg, sendo posteriormente alocados em órgãos de reserva, geralmente modificados em uma tentativa de reduzir a toxicidade deste metal (KABATA E PENDIAS, 2001; SARWAR et al., 2010).

A redução dos teores foliares de Mn nos solos contaminados por Cd e Pb pode ser justificada pela competição entre os elementos nos mecanismos transportadores e as rotas metabólicas (EVANGELOU et al., 2012; LIN e AARTS, 2012). Zhang et al. (2014), observaram teores semelhantes desses elementos nas raízes, porém ao avaliarem a parte aérea, verificaram um decréscimo nos teores de Mn, justificando assim a competição pelos mecanismos transportadores e acúmulo de Mn na parte aérea.

Com relação aos componentes de produção nota-se que o medicamento homeopático *Nux vomica* não influenciou significativamente as variáveis analisadas, mas evidencia-se que as plantas de soja sofreram alteração nos componentes de produção por conta dos teores de metais Cd e Pb no solo, sendo que apenas a variável massa seca de raiz não sofreu alteração significativa (Tabela 5).

Tabela 5- Resumo da análise de variância dos componentes de produção de plantas de soja cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

F.V	G.L	Quadrados médios				
		VR	MSR	MSPA	M100	Prod.
Solo	2	890,0119*	3,4067 ^{ns}	90,5833*	432,1381*	415935*
Homeop.	6	4,0238 ^{ns}	0,1220 ^{ns}	0,0952 ^{ns}	2,526 ^{ns}	43175 ^{ns}
Solo x homeo.	12	12,0952 ^{ns}	0,3536 ^{ns}	0,1666 ^{ns}	1,421 ^{ns}	49309 ^{ns}
Resíduo	63	11,5289	1,1255	0,4329	1,4615	49426
CV (%)		24,03	36,51	10,79	12,64	16,43

F.V. (fonte de variação), VR (volume de raízes), MSR (massa seca das raízes), MSPA (massa seca da parte aérea), M100 (Massa de 100 grãos), PROD (produtividade), *significativo a 5% de probabilidade Fischer, ns - não significativo a 5%, C.V. (coeficiente de variação).

Para destacar a diferença entre os componentes de produção dentro de cada nível de contaminação do solo são apresentados às médias na Tabela 6.

Tabela 6- Médias do volume de raiz (ml), massa seca da raiz (mg), massa seca da parte aérea (mg), massa de 100 grãos (mg) e produtividade (kg ha⁻¹) para os componentes de produção de plantas de soja cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *nux vomica* em diferentes dinamizações.

Teores de Cd e Pb (solo)	VR	MSR	MSPA	M100	Prod.
0,0 e 89 mg Kg ⁻¹	14,5714 b	3,2142 a	6,8928 b	12,0985 a	2277,54 a
3,0 e 180 mg Kg ⁻¹	19,5357 a	2,9642 a	7,3571 a	11,5564 a	2313,21 a
9,0 e 540 mg Kg ⁻¹	8,2857 c	2,5000 a	4,0357 c	5,0360 b	184,58 b

Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre as concentrações de solo a 5% de significância pelo teste de Tukey. VR (volume de raízes), MSR (massa seca de raízes), MSPA (massa seca de parte aérea), M100 (massa de 100 grãos), Prod. (produtividade).

Para massa seca de parte aérea e volume de raiz houve diferença significativa para os três níveis de metais do solo, apresentando menor média no terceiro nível de contaminação. Para o peso de mil grãos e para a produtividade não se obteve diferença para os dois primeiros níveis de contaminação, apresentando valores inferiores para o terceiro nível de doses.

Resultados semelhantes foram obtidos também por Ghnaya et al., (2005) onde verificaram que o Cd influencia negativamente no crescimento e, conseqüentemente, na massa da parte aérea de plantas halófitas, tendo esse efeito

de redução severa do crescimento devido a distúrbios nutricionais e provavelmente em função da toxicidade direta do Cd.

O Pb também pode prejudicar o crescimento da parte aérea das plantas de soja devido ao dano nas membranas das raízes, pois além de possuir efeito tóxico direto, dificulta a entrada de água e nutrientes que são considerados essenciais para o crescimento do vegetal (WANG et al., 2011).

Consequentemente, plantas com a absorção de água comprometida, perdem a capacidade de suporte para seu potencial total de produção, com redução na área foliar, fotossíntese reduzida, tende a cair a produtividade, reduzindo o tamanho dos grãos, com menor acúmulo de fotoassimilados, justificando assim os menores valores de produtividade e peso de mil grãos (ALLOWAY, 1995; KABATA e PENDIAS, 2001).

Com relação à translocação dos metais Cd e Pb nas diferentes partes vegetais das plantas de soja cultivadas em solos com crescentes teores de metais as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* não causaram efeito significativo, contudo as diferentes concentrações de Cd e Pb no solo foram significativas para a translocação dos metais na planta (TABELA 7).

Tabela 7- Resumo da análise de variância para os teores de metais nas distintas partes das plantas de soja em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

FV	G.L	Quadrados médios				
		Cd				Pb
		Raiz	Caule	Folha	Torta	Raiz
Solo	2	53683,94*	49294,15*	4941,58*	3520,94*	1406771,94*
Homeopatia	6	56,123 ^{ns}	46,8253 ^{ns}	10,3834 ^{ns}	7,1626 ^{ns}	645,32 ^{ns}
Solo x homeo.	12	67,6765 ^{ns}	46,5158 ^{ns}	12,5277 ^{ns}	9,121 ^{ns}	568,99 ^{ns}
Resíduo	63	60,813	42,0948	4,6507	5,8551	1863,07
CV (%)		25,35	25,93	24,32	27,81	29,68

F.V. (fonte de variação), * significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Fischer, C.V. (coeficiente de variação), G.L (graus de liberdade).

Os resultados obtidos demonstram a diferença de mobilidade que os metais possuem dentro da planta, sendo o Pb menos móvel do que o Cd, corroborando com os resultados obtidos por Bhardwaj et al., (2009) e Zhang et al., (2014), que

também encontraram uma maior mobilidade para o Cd dentro dos organismos vegetais.

De acordo com Lu et al., (2008) a via de entrada do Cd nas plantas é a simplástica, devido a toxicidade que o metal exerce nas membranas, facilitando assim sua passagem nas células, utilizando principalmente os canais de Ca e a interação com os íons de Zn proporciona a utilização dos sítios ativos transportadores de Zn.

A Tabela 8 demonstra o acúmulo de Cd nos diferentes tecidos vegetais de plantas de soja cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb onde se observa o potencial aumento dos teores de Cd de acordo com o aumento da concentração dos metais no solo.

Tabela 8- Médias para os teores de Cd nas distintas partes das plantas de soja cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

Teores de Cd (solo)	Raiz	Caule	Folha	Torta
0,0 mg kg ⁻¹	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
3,0 mg kg ⁻¹	11,39 b	1,61 b	2,46 b	4,75 b
9,0 mg kg ⁻¹	80,89 c	73,46 c	24,14 c	21,35 c

Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre as concentrações de solo a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Quanto avaliados os tecidos radiculares foi constatada a presença dos metais Cd e Pb. É sabido que esta região compreende diversos mecanismos adaptados para tolerar estresses ambientais, incluindo os causados por metais tóxicos. Entre os mecanismos, o acúmulo nas paredes pectocelulósicas, o sequestro pelos vacúolos, além da complexação com ácidos orgânicos, permitem que a planta se desenvolva sem prejudicar seu crescimento (ALLOWAY, 2013).

Ainda de acordo com Alloway (2013), o Cd se complexa com amidas e fitoquelatinas formando complexos de baixa massa molecular, facilitando sua movimentação e distribuição para os tecidos da planta.

O mesmo não ocorre para o metal Pb onde a translocação ficou restrita aos tecidos radiculares, aumentando os teores de acordo com o aumento da concentração do metal no solo (TABELA 9).

Tabela 9- Médias para os teores de Pb nas distintas partes das plantas de soja cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *nux vomica* em diferentes dinamizações.

Teores de Pb (solo)	Raiz	Caule	Folha	Torta
89 mg kg ⁻¹	0,00 a	0,00	0,00	0,00
180 mg kg ⁻¹	32,75 b	0,00	0,00	0,00
540 mg kg ⁻¹	403,57 c	0,00	0,00	0,00

Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre as concentrações de solo a 5% de significância pelo teste de Tukey.

O metal Pb, de acordo com Chaney (1980), é absorvido pelas raízes, mas não é translocado para as partes aéreas em quantidades suficientes para prejudicar a planta, condição observada no presente trabalho.

Esse acúmulo nas raízes pode ser justificado devido à existência de barreiras, como as estrias de caspary e a seletividade das membranas plasmáticas das células da endoderme dos tecidos radiculares, que impedem a translocação do metal para o restante da planta (LAMHAMDI et al., 2013).

5 Considerações finais

As doses de metais aplicadas ao solo causaram efeitos deletérios ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas de soja, bem como interferiram nos teores de micronutrientes e metais nos tecidos foliares e nas partes do vegetal. A remediação dos solos pelo tratamento homeopático não interferiu na fitodisponibilidade dos metais para as plantas de soja, mas alterou o desenvolvimento, causando diferenças na altura e diâmetro do caule das plantas, e alterou também o funcionamento do metabolismo primário, sendo que os valores da assimilação líquida de CO₂, condutância estomática e transpiração foram modificados conforme as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*.

Referências bibliográficas

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. 2 ed. New York: Blackie Academic e Professional, 1995, 368 p.

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soil and their bioavailability**. Springer, New York. 2013.

AOAC. **Official methods of analysis**. 18 ed. Maryland: AOAC, 2012, 3000 p.

BASTIDE, M. Information and communication in living organisms. In: **Fundamental research in ultra high dilutions and homeopathy**. The Netherlands: Kluwer Ac. Publ. p.229-239, 1998.

BHARDWAJ, P.; CHATURVEDI, A. K.; PRASAD, P. Effect of enhanced lead and cadmium in soil on physiological and biochemical attributes of *Phaseolus vulgaris* L. **Nature and Science**, v.7, n.8, p.63-75, 2009.

BOERICKE, W. **Manual de matéria médica homeopática, sintomas-guia e características dos principais medicamentos (clínico e patogenéticos)**. São Paulo: Robe Editorial, 1997, 430 p

BONATO, C. M. **Homeopatia na agricultura**. Maringá: Grupo de estudos de homeopatia na agricultura alternativa da universidade estadual de Maringá – UEM, 2009, 40 p.

BONATO, C. M. et al. **Homeopatia simples: alternativa para agricultura familiar**. Marechal Cândido Rondon, PR: Líder, 2014, 36 p

BONFIM, F.P.G.; DORES, R.G.R.; MARTINS, E.R.; CASALI, V.W.D. Germination and vigor of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.) pelleted with homeopathic preparations *Alumina* and *Calcarea carbonica* subjected to toxic levels of aluminum. **Int J High Dilution Res**, v.9, n.33, p.138-146, 2010.

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Publicado no DOU nº 249. 2009.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011**. Publicado no D.O.U., 07/10/2011 - Seção 1. 2011.

CASALI, V.W.D. et al. **Homeopatia: bases e princípios**. Viçosa: DFT/UFV, 2006, 149 p.

CARDOSO, L. M. N.; CHASIN, A. A. M. **Ecotoxicologia do cádmio e seus compostos**. Salvador: CRA. 2001.

CARNEIRO, S.M.T.P.; TEIXEIRA, M.Z.; NECHAR. R.M.C.; LONNI, A.A.; RODRIGUES, M.R.; FILIPPSEN, L. **Homeopatia: princípios e aplicações na agroecologia**. Londrina: IAPAR. 2011.

CHENG, M; ZENG, G; HUANG, D; LAI, C; XU, P; ZHANG, C; LIU, Y. Hydroxyl radicals based advanced oxidation processes (AOPs) for remediation of soils contaminated with organic compounds: a review. **Chemical Engineering Journal**, v.281, 2015.

CHANEY, R. L. Health risks associated with toxic metals in municipal sludge. In: BITTON, G.; DAMRON, B.L.; EDDS, G.T.; DAVIDSON, J.M. (Ed.). **Sludge health risks of land application**. Ann Arbor: Ann Arbor Science, p.59-83, 1980.

DENG, G. et al. Exposure to cadmium causes declines in growth and photosynthesis in the endangered aquatic fern (*Ceratopteris pteridoides*). **Aquatic Botany**, v.112, p.23–32, 2014.

EVANGELOU, M. W. H. et al. Accumulation of Sb, Pb, Cu, Zn and Cd by various plants species on two different relocated military shooting range soils. **Journal of Environmental Management**, v.108, p.102-107, 2012.

FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA. São Paulo: Andrei Editora, 1977, 115 p.

FAROOQ, M. A. et al. Alleviation of cadmium toxicity by silicon is related to elevated photosynthesis, antioxidant enzymes; suppressed cadmium uptake and oxidative stress in cotton. **Ecotoxicol Environ Saf**, v.96, p.242-249, 2013.

FENG, J. et al. Silicon supplementation ameliorated the inhibition of photosynthesis and nitrate metabolism by cadmium (Cd) toxicity in *Cucumis sativus* L. **Scientia Horticulturae**, v.123, n.4, p.521–530, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

GILL, S. S.; KHAN, N. A.; TUTEJA, N. Cadmium at high dose perturbs growth, photosynthesis and nitrogen metabolism while at low dose it up regulates sulfur assimilation and antioxidant machinery in garden cress (*Lepidium sativum* L.). **Plant Science**, v.182, p.112–120, 2012.

GHNAYA, T et al. Cadmium effects on growth and mineral nutrition of two halophytes: *Sesuvium portulacastrum* and *Mesembryanthemum crystallinum*. **Journal of Plant Physiology**, v.162, p.1133-1140, 2005.

GONÇALVES Jr., A. C; NACKE, H; SCHWANTES, D; COELHO, G. F. Heavy Metal Contamination in Brazilian Agricultural Soils due to Application of Fertilizers. In: SORIANO, M.C.H. (ed). **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. Intech. Croatia. 2014.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils**. 3 ed. Boca Raton, London, New York, CRC Press, 2001, 413 p.

KOLISKO, E.; KOLISKO, L. **Agriculture of Tomorrow**, p.55-90, 1923.

LAMHAMDI, M. et al. Effect of lead stress on mineral content and growth of wheat (*Triticum aestivum*) and spinach (*Spinacia oleracea*) seedlings. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.20, p.29-36, 2013.

LIN, Y. F.; AARTS, M. G. The molecular mechanism of zinc and cadmium stress response in plants. **Cellular Molecular Life Science**, v.69, n.19, p.3187-206, 2012.

LISBOA, S. P. **Antagonismo de preparações homeopáticas na fotossíntese de plantas de *Ruta graveolens* (L.)**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006, 70 p.

LU, L. L. et al. Enhance root-to-shoot translocation of cadmium in the hyperaccumulating ecotype of *Sedum alfredii*. **Journal Experience Botanic**, v.59, p.3203–3213. 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319 p.

MORSCH, V. M. et al. Effects of cadmium, lead, mercury and zinc on δ -aminolevulinic acid dehydratase activity from radish leaves. **Biology Plantarum**, v.45, p.85–89, 2002.

PEDALINO, C. M. V. **Medicamentos homeopáticos em acordes de potência**. Cultura Homeopática. n.16, p.8-21, 2006.

PUSTIGLIONE, M. **Organon da arte de curar de samuel hahnemann para o século xxi**. editora Organon. 1 ed, 2010, 286 p.

POURRUT, B. et al. Lead uptake, toxicity, and detoxification in plants. **Revision Environmental Contamination Toxicology**. v.213, p.113–136, 2011

REZENDE, J. M. de (Coordenador). **Caderno de homeopatia – Instruções práticas geradas por agricultores sobre o uso de homeopatia no meio rural**. 3.ed. Viçosa: Departamento de Fitotecnia/UFV, 2009, 62 p.

SANITÁ DI TOPPI, L.; GABBRIELLI, R. (1999). Response to cadmium in higher plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.41, p.105-130, 1999.

SARWAR, N. et al. Role of mineral nutrition in minimizing cadmium accumulation by plants. **Journal Science Food Agriculture**, v.90, p.925–937, 2010.

SESSITSCH, A. et al. The role of plant-associated bacteria in the mobilization and phytoextraction of trace elements in contaminated soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.60, p.182-194, 2013.

SHARMA, P.; DUBEY, R. Shanker. Lead toxicity in plants. **Braz. J. Plant Physiol**, v.17, 2005.

SHRIDHAR, B. B. M. et al. Anatomical changes due to uptake and accumulation of Zn and Cd in Indian mustard (*Brassica juncea*). **Environmental of Experinmental Botany**, v.54, p.131-141, 2005.

SILVA, M. R. B. **Assimilação de CO₂ em plantas de *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski tratadas com preparados homeopáticos**. Dissertação (Mestrado - Área de Concentração em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

SIMONETE, M.A.; KIEHL, J.C.; ANDRADE, C.A. e TEIXEIRA, C.F.A. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.38, p.1187-1195, 2003.

TETAU, M. **Hahnemann Muito Além Da Genialidade**. Ed. Organon. 1 ed, 2001, 261 p.

WANG, C. et al. Effects of Pb stress on nutrient uptake and secondary metabolism in submerged macrophyte *Vallisneria natans*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.74, p.1297–1303, 2011.

ZHANG, X. F. et al. Effect of cadmium on growth, photosynthesis, mineral nutrition and metal accumulation of an energy crop, king grass (*P. americanum* × *P. purpureum*). **Biomass and Bioenergy**, v.67, p.179-187, 2014.

CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TRIGO CULTIVADAS EM SOLOS CONTAMINADOS COM Cd E Pb E REMEDIAÇÃO COM MEDICAMENTO HOMEOPÁTICO *Nux vomica*.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do medicamento homeopático *Nux vomica* na remediação de solo contaminado com metais tóxicos Cd e Pb em três níveis de concentração e a fitodisponibilidade para plantas de trigo. Para isso, foi realizado um experimento, com solos contaminados com três doses baseadas nos valores de investigação (VI) da resolução Nº 420 do CONAMA (dose 1 - valor preexistente no solo; dose 2 – o VI; dose 3 - três vezes VI) resultando em 0; 3 e 9 mg kg⁻¹ para Cd e 19; 180 e 540 mg kg⁻¹ para Pb. Foram avaliados o desenvolvimento das plantas, trocas gasosas, composição nutricional, componentes da produção e fitodisponibilidade dos metais. De acordo com os resultados, o medicamento homeopático interferiu na altura e diâmetro de colmo das plantas de trigo, sendo que as trocas gasosas, nutrição mineral, produtividade e a fitodisponibilidade dos metais para as plantas não foram significativas em função da homeopatia, sendo alterados apenas pelas concentrações de metais no solo, conclui-se que o medicamento homeopático influencia na altura e no diâmetro de colmo das plantas de trigo.

Palavras-chave: contaminação de solos, ultradiluições, *Triticum aestivum*, cádmio, chumbo.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effectiveness of the homeopathic medicine *Nux vomica* in soil remediation of contaminated soil with toxic metals Cd and Pb in three levels of concentration and bioavailability to wheat plants. For that, the experiment was conducted, which soils were contaminated in three doses based on the resolution of the research values (VI) of resolution No. 420 of CONAMA (dose 1 - value preexisting in the soil; dose 2 – the VI and dose 3 - three times the VI) resulting in 0; 3 and 9 mg kg⁻¹ for Cd and 89; 180 and 540 mg kg⁻¹ for Pb. Were evaluated plants development, gas exchange, nutrient composition, component production and bioavailability of metals. According to the results, the homeopathic medicine interfered only in plant development, with gas exchange, mineral nutrition, productivity and bioavailability of metals to wheat plants, were not significant for homeopathy, being changed by concentrations of metals on the soil, needing more studies to be considered as a remediation alternative

Keywords: contamination of soils, high dilutions, *Triticum aestivum*, cadmium, lead.

1. Introdução

Os metais cádmio (Cd) e chumbo (Pb) são elementos químicos tóxicos, poluidores. Mesmo em níveis baixos apresentam efeitos prejudiciais a todo o ecossistema, alteram, as qualidades físico-químicas do solo, água e ar, promovendo mortalidade da fauna e flora, prejudicando a saúde humana (GONÇALVES Jr. et al., 2014).

De acordo com Guimarães et al., (2008) uma vez nos solos, estes elementos podem estar disponíveis para as plantas causando danos às membranas celulares, desnaturação de proteínas, levando à redução da atividade enzimática e estresse oxidativo, além de alterar a nutrição mineral, o balanço hídrico, e causar modificação no estado hormonal.

Em áreas agrícolas, a contaminação dos solos ocorre principalmente pelo uso de fertilizantes que podem trazer em suas composições metais Cd e Pb (NACKE et al., 2013). Os fertilizantes fosfatados e os com micronutrientes apresentam o maior índice de metais, devido principalmente ao alto custo para a extração dos micronutrientes de suas fontes naturais, tendo como alternativa legalizada no Brasil o uso de resíduos industriais como fonte de matéria prima, os quais podem trazer em sua composição Cd e Pb (NACKE et al., 2013; GONÇALVES Jr. et al., 2014).

Uma vez presentes no ambiente, a alternativa sustentável para continuar cultivando o solo se dá por meio de técnicas de remediação que buscam reduzir a concentração ou a toxicidade do elemento contaminante. Para isso, é importante que estejam sempre sendo estudadas técnicas de caráter emergente e inovador, as quais agregam em eficiência e baixos custos para todo o processo (NOBRE e NOBRE, 2003).

De acordo com Bonato (2014), um método que merece atenção por estar se popularizando rapidamente pelo Brasil, principalmente pelos agricultores que migram para o sistema orgânico de produção, é a ciência homeopática que tem entre suas aplicações a descontaminação de solos e águas.

O sistema terapêutico desenvolvido por Samuel Hahnemann tem na lei dos semelhantes “*Similia Similibus Curantur*” toda a base filosófica e prática, segundo a qual toda doença é curada por substância capaz de produzir sintoma semelhante em indivíduo saudável. Este princípio é reconhecido por Hahnemann como lei natural, e é admitida por pensadores desde as mais remotas épocas (TETAU, 2001).

Segundo Pustiglione (2010), para ser considerada homeopatia, além da lei dos semelhantes, existem outros três pilares que devem ser observados, a experimentação em indivíduo saudável, as doses infinitesimais e o medicamento único. Uma vez entendido por Hahnemann que a única forma de atingir a cura é aplicando a lei dos semelhantes, várias experimentações foram feitas para conhecer o potencial medicamentoso de substâncias tóxicas conhecidas, de origem animal, vegetal e mineral, gerando desta forma as matérias médicas homeopáticas.

A toxidez das substâncias utilizadas como matérias-primas para os medicamentos homeopáticos são eliminadas com a diluição e a succussão do medicamento, processo conhecido como dinamização. A escala mais utilizada por Hahnemann foi a centesimal Hahnemanniana, que corresponde a proporção de uma parte da droga para noventa e nove de insumo inerte, seguidas de 100 agitações formam 1CH, seguindo uma parte desta para noventa e nove de insumo inerte tem-se 2CH e assim por diante, podendo atingir diluições altíssimas, sem perder o potencial medicamentoso (BONATO, 2014).

No Brasil a utilização da homeopatia na agricultura está regulamentada pela Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011), permitindo que agricultores orgânicos utilizem medicamentos homeopáticos para tratamento de plantas, animais, solo e água. O medicamento *Nux vomica* aparece nas matérias médicas homeopáticas apresentando sintomas de toxidez, por analogia é empregado pelos agricultores para descontaminar plantas, água e solo, sendo observados excelentes resultados (REZENDE, 2009).

Desta forma, a preocupação com a alimentação é crescente e sendo o trigo (*Triticum aestivum* L.) um componente básico da alimentação mundial, uma vez que este cereal é matéria prima para o desenvolvimento de pratos típicos da população de várias partes do mundo, é necessário compreender seu desempenho em áreas contaminadas (XUE ALLEN et al., 2012) e a possível ação dos medicamento homeopático *Nux vomica* em solos contaminados com Cd e Pb e a fitodisponibilidade para esta cultura.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a remediação de solo contaminado com teores de Cd e Pb, utilizando diferentes dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*, avaliando seus efeitos em plantas de trigo, bem como a fitodisponibilidade nos tecidos do vegetal em estudo.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, localizada em longitude 54° 22' W, latitude 24° 46' S e altitude de 420 metros.

As plantas de trigo foram cultivadas em vasos de 8 dm³ preenchidos com LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (LVe) de textura argilosa (argila = 578,00; silte = 348,58 e areia = 73,42 g kg⁻¹) e teores preexistentes de Cd <0,005 mg kg⁻¹ e Pb 19,0 mg kg⁻¹ (FAAS) (0,005 mg kg⁻¹).

Sessenta dias antes da semeadura foi realizada a calagem e a adubação do solo, aplicando-se a quantidade correspondente a 0,92 Mg ha⁻¹ de CaCO₃ para atingir uma saturação por bases (V%) de 60%, 80 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio (KCl), 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de super fosfato triplo (SFT) e para adubação nitrogenada foram realizadas duas aplicações, sendo uma na semeadura e outra em cobertura no início do perfilhamento, disponibilizando 30 e 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) respectivamente na forma de ureia, conforme Pires (2014).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com três diferentes concentrações de metais no solo, sete dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* e quatro repetições, sendo cada vaso uma unidade experimental. A contaminação dos solos foi realizada a partir da adição de soluções metálicas preparadas com os sais de Cd [cloreto de cádmio monohidratado (CdCl₂H₂O)] e Pb [cloreto de chumbo II anidro (PbCl₂)], sendo as doses baseadas nos valores de investigação (VI) específicos para áreas agrícolas da resolução Nº 420 do CONAMA (BRASIL, 2009) (dose 1 - valor preexistente no solo; dose 2 - VI; dose 3 - três vezes o VI), resultando em 0; 1,5 e 3mg kg⁻¹ de solo seco para Cd e 19; 90 e 180 mg kg⁻¹ de solo seco para o Pb.

As concentrações dos metais nos solos foram alteradas aplicando-se 250 mL de soluções homogeneizadas contendo os metais na forma de CdCl₂H₂O e PbCl₂, nas doses de valores preexistentes foram adicionadas apenas água destilada. Após secos, os solos foram homogeneizados e irrigados com água destilada até 60% da capacidade de retenção de água e incubados por 30 dias (TREVIZAM et al., 2010). Ao final do período de incubação, foram semeadas seis sementes de trigo da cultivar CD150[®] por vaso, sendo realizado o desbaste logo após a emergência, mantendo três plantas por vaso.

Foram analisadas a altura do dossel e o diâmetro de colmo por planta em intervalos de 14 dias, a fim de elaborar uma curva de desenvolvimento das plantas com base nestes parâmetros biométricos.

As determinações de trocas gasosas foram realizadas nos estádios 10 (emissão da folha bandeira) (38 DAE), com o equipamento IRGA LI-6400XT (Licor Inc. Lincoln, NE), sendo analisada a folha bandeira de cada planta. O fluxo de fótons fotossinteticamente ativos médio durante as determinações das trocas gasosas foram de $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e a concentração média de CO_2 ambiente foi de $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$, sempre no período da manhã (08:00 às 10:00 hs), sendo determinadas as variáveis: *A* – Taxa de assimilação líquida de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$); *E* – Taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$); *gs* – Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Para as análises nutricionais dos tecidos foliares durante o desenvolvimento, foram realizadas as coletas da primeira até a quarta folha a contar do ápice durante o início do florescimento (MALAVOLTA et al., 1997), sendo determinados os teores de N, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), Cd e Pb.

Para tanto, as amostras dos tecidos vegetais foram submetidas à digestão sulfúrica para a determinação de N e nitroperclórica para os demais elementos, conforme metodologia descrita pela Associação Oficial de Química Analítica (AOAC, 2012), sendo os teores de P determinados por espectroscopia Visível e os demais por espectrometria de absorção atômica modo chama (FAAS). Os teores de nitrogênio nos tecidos foram determinados pelo método Kjeldahl (AOAC, 2012).

Ao final do ciclo da cultura (119 DAE) as plantas foram retiradas e separadas em parte aérea, raízes e partes reprodutivas, para mensuração do número de espiga por planta (NEP), comprimento de espiga (CE), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espigas (NGE), volume das raízes (VR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), o volume das raízes foi determinado pelo método de deslocamento da proveta, utilizando na proveta uma solução de água e álcool (9:1) a fim de evitar a tensão superficial da solução, as fitomassas secas foram quantificadas em balança analítica após secagem em estufa com circulação de ar forçada por sete dias a 65°C , e a produtividade foi corrigida para umidade de 13%.

Posteriormente, as plantas foram novamente seccionadas, desta vez em folhas, colmos, raízes e grãos para a determinação de Cd e Pb nas respectivas

partes vegetais conforme metodologia descrita anteriormente. Com base nesses valores foram determinados os índices de translocação para parte aérea e grãos, conforme Equações 1 e 2 respectivamente (ZHANG et al., 2014)

$$IT = \frac{CPA}{CSR} \quad (1) \quad IT = \frac{CG}{CSR} \quad (2)$$

Em que: IT = índice de translocação; CPA = concentração do metal na parte aérea (mg kg^{-1}); CSR = concentração do metal no sistema radicular (mg kg^{-1}) e CG = concentração do metal nos grãos (mg kg^{-1})

Depois de tabulados, os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey. Para a interação entre as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* e as concentrações de metais no solo foi utilizado o teste de Scott-Knott. No caso de diferenciação entre os teores de metais e os dias após a emergência foram elaboradas curvas de regressão com o programa Excel.

3. Resultados e discussão

De acordo com a análise de variância da altura e diâmetro de caule das plantas de trigo observa-se interação significativa entre as concentrações de metais no solo e as crescentes dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*, bem como a interação entre as concentrações de metais no solo e os D.A.E, para ambas as variáveis (TABELA 1).

Tabela 1- Resumo da análise de variância para altura e diâmetro do colmo de plantas de trigo cultivadas em solos contaminados com níveis crescentes de Cd e Pb, remediados ao longo do tempo com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

F.V	G.L	Quadrados médios	
		Altura	Diâmetro
Solo	2	2505,7727*	34,3219*
Homeopatia	6	72,1557*	0,1884*
D.A.E	6	10479,3481*	21,3527*
Solo x Homeopatia	12	72,1973*	0,1404*
Solo x D.A.E	12	151,4184*	0,9394*
Homeopatia x D.A.E	12	8,0664 ^{ns}	0,0457*
Solo x Homeopatia x D.A.E	72	8,2302 ^{ns}	0,0492 ^{ns}
Resíduo	477	16,626	0,0643
CV (%)		12,06	11,82

F.V (fonte de variação), *significância a 5% de probabilidade pelo teste de Fischer, N.S (não significativo), C.V (coeficiente de variação), G.L (graus de liberdade).

Na Figura 1 estão dispostas as médias obtidas na altura de plantas de trigo cultivados em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* onde observa-se diferença significativa entre os solos contaminados dentro de cada dinamização do medicamento homeopático.

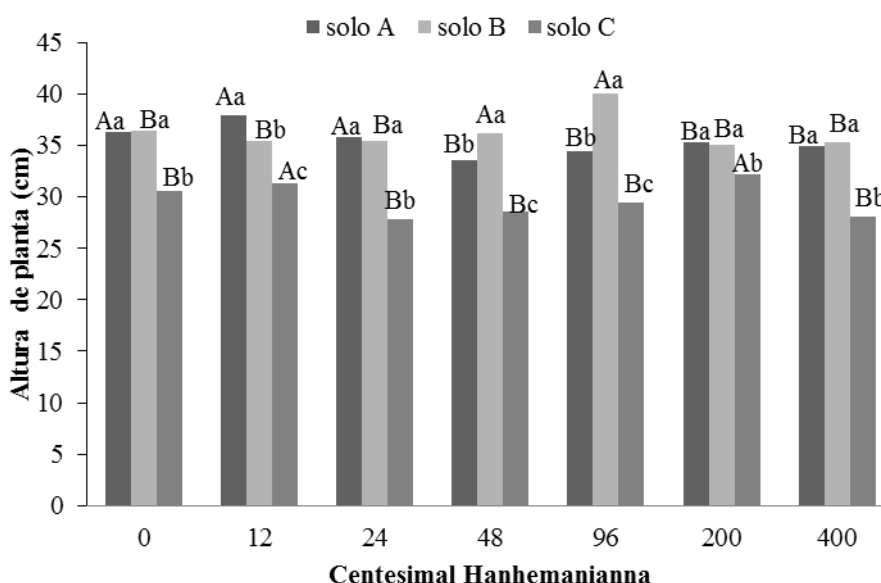


Figura 1- Altura de plantas de trigo durante o desenvolvimento cultivadas em solos com diferentes níveis de Cd e Pb, submetidas a dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*. Níveis de Cd e Pb: A) 0,0 e 89 mg kg⁻¹; B) 3,0 e 180 mg kg⁻¹; C) 9,0 e 540 mg kg⁻¹. Letras minúsculas iguais nas dinamizações (CH) avaliadas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas iguais nos solos avaliados (A, B e C) não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

As dinamizações exerceram efeitos diferenciados para cada nível de contaminação de metais nos solos. No solo A, a dinamização 12CH proporcionou aumento significativo da altura com relação aos solos B e C, contudo quando comparada a testemunha não diferiu estatisticamente. As dinamizações, 48, 96, 200 e 400CH foram significativamente menores do que a testemunha para as plantas cultivadas no solo A.

Nos solos com os níveis de contaminação em 3,0 e 180 mg kg⁻¹ de Cd e Pb (solo B), observa-se que as dinamizações 48 e 96CH aumentaram a altura das plantas quando comparadas a testemunha e também quando comparadas aos outros solos A e C, as dinamizações 12, 24, 200 e 400 não diferiram da testemunha (Figura 1).

Observando a interação entre as dinamizações do medicamento *Nux vomica* na altura de plantas de trigo cultivados em solo C, nota-se que tanto a dinamização 12CH e 200CH aumentaram a altura das plantas quando comparadas a sua testemunha, sendo que o restante das dinamizações 24, 48, 96 e 400CH não diferiram da testemunha (Figura 1).

As dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* exerceram interferência aumentando e diminuindo a altura das plantas cultivadas em solos com todas as concentrações de metais, porém não seguiram padrão, a dinamização

12CH por exemplo, aumentou a altura tanto de plantas com os níveis mais baixos como nos mais altos de contaminação dos metais no solo. A dinamização 96CH teve ação positiva em plantas cultivadas em níveis de investigação dos metais no solo (solo B), e a dinamização alta 200CH teve ação positiva na altura de plantas cultivadas em solos com o maior índice de metais no solo (solo C).

De acordo com Bonato e Silva (2003), é comum observar na ciência homeopática quando utilizado medicamento em dinamizações crescentes alternância nos efeitos, hora estimulando, hora suprimindo, hora não provocando efeito algum. Este comportamento pode ser relacionado com os movimentos ondulatórios (ressonância) percebidos na natureza e também com a similitude (ressonância) entre a dinamização (frequência) do medicamento e o organismo (ressonância) (VITHOULKAS, 1980).

Segundo Vithoukas (1980), quando há ressonância (similitude) entre o medicamento homeopático e o organismo, a energia vital responde em contrapartida a energia do medicamento. Assim, quando a similitude não é atingida, pode gerar um esforço do sistema de defesa do organismo gerando desordem no metabolismo, interferindo negativamente em aspectos do desenvolvimento como altura da planta.

Os efeitos podem variar de acordo com a planta, o substrato que é cultivada e as dinamizações do medicamento utilizado. Pesquisadores com Meinerz et al., (2011) estudaram os efeitos de *Sulphur* em diferentes dinamizações verificando a interferência significativa na altura e diâmetro de caule de *ficulis*. Bonato e Silva (2003), observaram variações na altura de plantas de rabanete utilizando medicamento *Sulphur* em 5 dinamizações distintas, já Carvalho et al., (2004) ao estudarem os efeitos de *Arnica montana* em plantas de Artemísia, não notaram efeito significativo do medicamento sobre a altura das plantas.

Ao analisarmos o desenvolvimento das plantas de trigo cultivadas em solos contaminados (Figura 1), sem a interferência do medicamento homeopático *Nux vomica* (0CH), percebe-se a influência da toxicidade causada pelos metais principalmente na concentração mais elevada do presente estudo corroborando com Parra et al. (2014), que encontraram resultados que comprovam a influência negativa destes metais no desenvolvimento de plantas do gênero *Laminaceae*.

A Figura 2 demonstra a interação ocorrida na variável diâmetro do colmo de plantas de trigo cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb e as diferentes dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*.

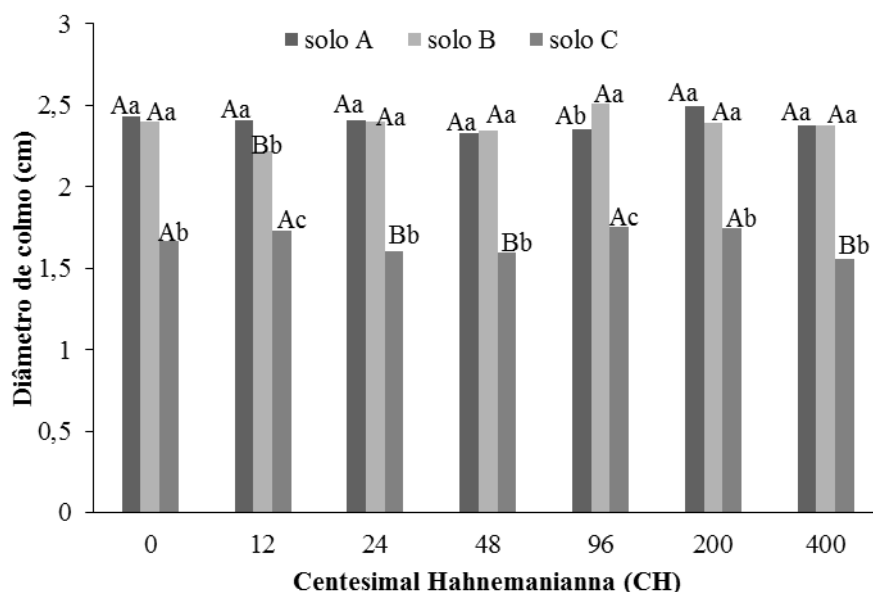


Figura 2- Diâmetro de colmo de plantas de trigo durante o desenvolvimento e cultivadas em diferentes níveis de Cd e Pb no solo, submetidas a dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*. Níveis de Cd e Pb: A) 0,0 e 89 mg kg⁻¹; B) 3,0 e 180 mg kg⁻¹; C) 9,0 e 540 mg kg⁻¹. Letras minúsculas iguais nas CH avaliadas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas iguais nos solos avaliados (A, B e C) não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Observa-se na Figura 2 que as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* não influenciaram significativamente no diâmetro do colmo das plantas cultivadas no solo com os teores de metais preexistentes (solo A). Já para as plantas cultivadas no solo B, a dinamização 12 CH proporcionou redução significativa quando comparada com as plantas cultivadas no solo A e quando comparada a sua testemunha (Figura 2).

As plantas de trigo cultivadas no solo com maior concentração de metais (solo C) foram as que obtiveram as menores médias dos diâmetros do colmo quando comparadas aos demais solos, contudo, sofreram redução no diâmetro nas dinamizações 24, 48 e 200CH, sendo que as demais dinamizações não causaram efeito significativo no diâmetro de colmo das plantas quando comparadas as testemunha (Figura 2).

Os efeitos das dinamizações do medicamento homeopático na variável diâmetro de colmo foram similares aos obtidos na altura das plantas, não seguindo padrão o que de acordo com Bonato (2003), os medicamentos homeopáticos se comportam como energia e quando dinamizados, a frequência de onda permanece fixa ocorrendo variação somente na amplitude de onda. Assim a planta responderá

positivamente quando a frequência de onda do preparado homeopático for similar a sua.

Efeitos de incremento no diâmetro de caule foram observados por Müller et al., (2009), em plantas de picão preto utilizando a própria planta como matéria prima para preparar o medicamento homeopático em várias dinamizações.

Desde o início da homeopatia, Hahnemann compreende que as potências atuam de forma diferenciada no organismo, sendo as matérias médicas homeopáticas, utilizadas para compreender o potencial medicamentoso das drogas, as quais foram fundamentadas por longos anos de investigação e experimentação, dando subsídios para os homeopatas encontrar o *similum*, ou o medicamento que mais se assemelhe ao caso (ANDRADE, 2000).

Desta forma, quando esta ciência é aplicada em compartimentos ambientais, utilizando os medicamentos por analogia aos sintomas provocados em humanos, os efeitos podem não corresponder às expectativas esperadas (BONATO, 2007).

Sendo fator imprescindível, o princípio da experimentação, em plantas, solos e água se faz necessário para elaboração de matéria médica voltada a agrohomeopatia, sendo considerado o ponto crucial para a expansão da ciência. Entender a patogenesia do medicamento e a forma adequada para sua utilização para cada compartimento ambiental inclusive as plantas é o caminho para o progresso da ciência no meio rural (CASALI et al., 2009).

A Figura 3 demonstra a inteiração entre os níveis de metais Cd e Pb no solo e os D.A.E quando analisada a variável altura das plantas de trigo remediadas com medicamento homeopático *Nux vomica* em crescentes dinamizações.

Observa-se que as alturas das plantas cultivadas nos solos A e B foram similares ao longo do tempo, sendo as alterações possivelmente causadas pela ação das dinamizações do medicamento homeopático observados na figura 2, as plantas cultivadas no solo C apresentam as menores alturas ao longo do tempo, demonstrando a ação toxica dos metais Cd e Pb no desenvolvimento das plantas de trigo.

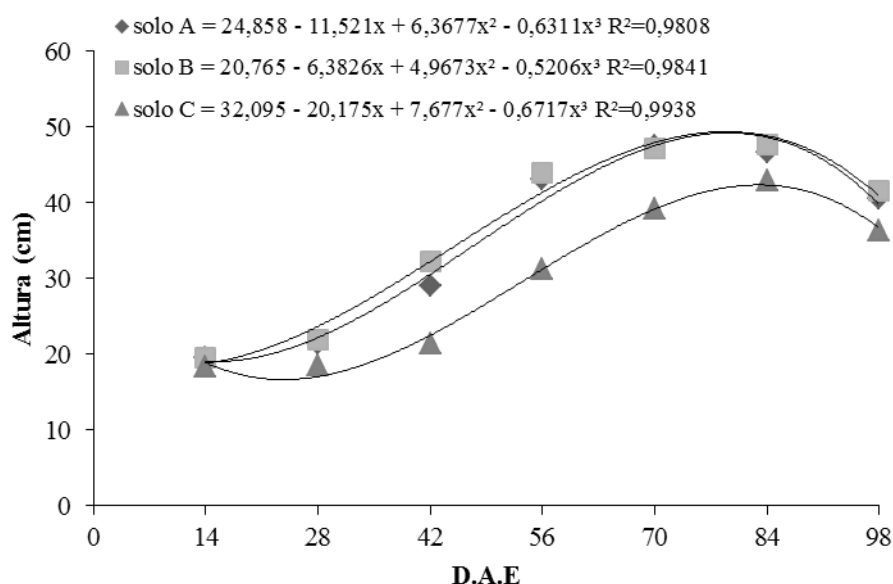


Figura 3- Altura de plantas de trigo, ao longo do tempo, cultivados em solos contaminados com diferentes concentrações de metais e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica*. Solo A) 0,0 e 89 mg kg⁻¹; solo B) 3,0 e 180 mg kg⁻¹; solo C) 9,0 e 540 mg kg⁻¹. D.A.E. (dias após a emergência).

É possível inferir que as plantas cultivadas no solo C demonstraram alterações expressivas no crescimento e apresentaram sintomas característicos de toxicidade. Os metais tóxicos podem ser responsáveis pela limitação do crescimento de algumas plantas por meio da redução da biomassa, do alongamento das raízes ou dos demais órgãos, redução da área foliar, inibição da abertura estomática e desordens na nutrição mineral (RAI et al., 2005; SHARMA, DUBEY, 2005; PANDEY, GRUPTA, MUKHERJEE, 2007).

A diminuição do crescimento das plantas em resposta a metais pesados são amplamente relatadas na literatura (SANITÀ-DI-TOPPI e GABBRIELLI, 1999; KABATA-PENDIAS & PENDIAS 2000). Estas respostas estão relacionadas aos danos no aparelho fotossintético, pois interferem na biossíntese de clorofilas, na atividade de enzimas do ciclo de Calvin e no PSII (DI CAGNO et al., 1999).

A Figura 4 traz a interação entre as concentrações de metais no solo e os D.A.E. quando observado o parâmetro diâmetro de colmo de plantas de trigo cultivados em solos contaminados e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em várias dinamizações.

De maneira geral observa-se a diferença no diâmetro de colmo ao longo do tempo em plantas cultivadas em solos com o maior concentração de metais Cd e Pb, (solo C) em relação as plantas cultivadas nos solos A e B (FIGURA 4).

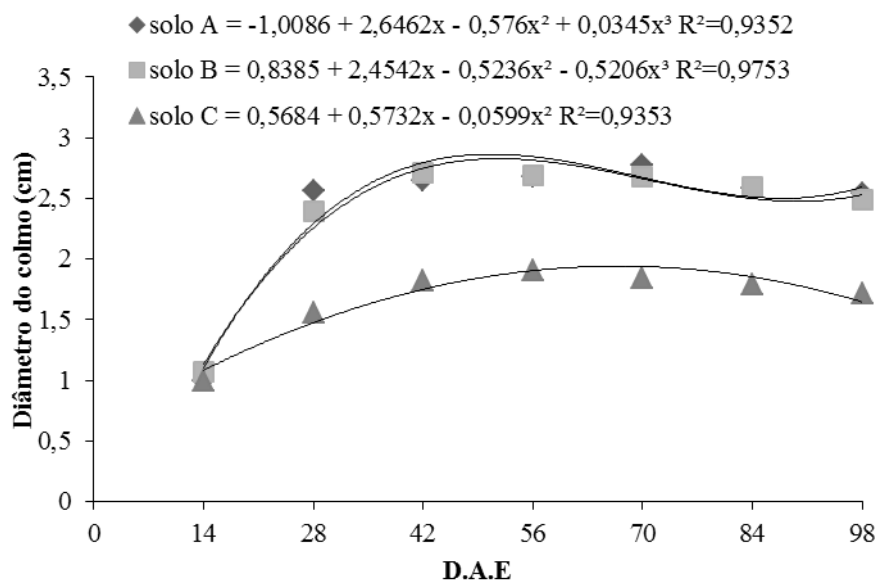


Figura 4- Diâmetro de colmo de plantas de trigo, avaliados ao longo do tempo, cultivados em solos contaminados com Cd e Pb em diferentes concentrações Solo. Solo A) 0,0 e 89 mg kg⁻¹; solo B) 3,0 e 180 mg kg⁻¹; solo C) 9,0 e 540 mg kg⁻¹. D.A.E (dias após a emergência).

De acordo com Sandalio et al. (2001), o diâmetro do colmo pode ser alterado quando em contato com metais pesados, pois estes reduzem o tamanho e o número de vasos do xilema, afetando a disponibilidade de água para a planta, alterando ainda o balanço hormonal relacionados à morfogênese dos tecidos.

Quando observados os resultados obtidos na análise referentes às trocas gasosas, não foi encontrada diferença significativa para os parâmetros avaliados, em nenhuma variável analisada, contaminação dos solos, aplicação de medicamento homeopático e tampouco houve a interação entre eles (Tabela 2).

Tabela 2- Resumo da análise de variância dos parâmetros referentes a trocas gasosas de plantas de soja cultivadas em solos contaminados por Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

F.V	G.L	Quadrados médios		
		A	gs	E
Solo	2	275317 ^{ns}	0,0041 ^{ns}	1,9305 ^{ns}
Homeopatia	6	3,3006 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,1092 ^{ns}
Solo x Homeopatia	12	14,198 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,2241 ^{ns}
Resíduo	63	16,626	0,0005	0,2204
CV (%)		13,22	25,69	21,78

F.V (fonte de variação), /A/ (assimilação de CO₂), /gs/ (condutância estomática), /E/ (transpiração foliar), N.S (não significativo a 5% pelo teste Fischer), C.V (coeficiente de variação).

O medicamento *Nux vomica* em nenhuma das dinamizações testadas gerou resposta no sistema fotossintético, talvez pelo fato de sistema não ser afetado pela presença dos metais nos solos. O que de acordo com Casali et al., (2006), está em conformidade com os princípios da homeopatia, a qual tem função de promover a auto regulação do organismo, quando este se encontra em desequilíbrio.

Contudo, os resultados obtidos não corroboraram com Lisboa (2006), onde observou maior assimilação de CO₂ em plantas de *Ruta graveolens* L, tratadas com medicamento homeopático *Cantharis* 4CH e *Apis* 6CH. Silva (2005), observou a interferência de *Aconitum*, *Arnica*, *Crataegus*, *Digitalis* e *Gelsemium* na assimilação líquida de CO₂ em plantas de *Sphagneticola trilobata* (L.), em ambos os experimentos as homeopatias foram escolhidas por analogia aos sintomas provocados em humanos.

O medicamento homeopático *Nux vomica* segundo a matéria médica provoca efeitos em diversos sintomas no organismo sendo considerado um policrosto. Segundo Castro (1999), as recomendações de medicamentos homeopáticos para plantas e solos devem ser feitas baseadas em analogia dos sintomas presentes na matéria médica humana até que estejam disponíveis quadros patogénésicos para vegetais.

Tendo em vista o resumo da análise de variância dos teores dos macro nutrientes presentes no tecido vegetal na época do florescimento em função das concentrações dos metais Cd e Pb no solo e da aplicação das dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* (Tabela 3), observa-se que a presença de

metais no solo alteraram a disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca) na planta, sendo que o medicamento homeopático não exerceu efeito significativo sobre estas variáveis.

Tabela 3- Resumo da análise de variância dos teores foliares dos macronutrientes em plantas de trigo durante o florescimento, cultivadas em solos contaminados com níveis crescentes de Cd e Pb.

F.v	G.L	Quadrados Médios				
		N	P	K	Ca	Mg
solo	2	616,6964*	14.883*	44,1202 ^{ns}	4598,7184*	23,9991 ^{ns}
homeopatia	6	52,6239 ^{ns}	0,9435 ^{ns}	22,4319 ^{ns}	208,0307 ^{ns}	2,2235 ^{ns}
soloxhomeopatia	12	115,0155 ^{ns}	0,8668 ^{ns}	51,9879 ^{ns}	1636,6859 ^{ns}	7,6661 ^{ns}
resíduo	63	69,6249	1,2932	73,8368	550,4488	5,8812
CV (%)		27,47	48,81	35,67	48,9	38,36

F.V (fonte de variação), *significância a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, N.S (não significativo a 5% pelo teste de Tukey), C.V (coeficiente de variação), G.L (graus de liberdade).

As dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* não resultaram em diferenças significativas para os macronutrientes no tecido vegetal, tampouco o índice dos metais Cd e Pb, contudo Novelino et al. (2014), constataram que o medicamento homeopático *Sulphur* influenciou a absorção de P por plantas de sorgo cultivadas em solos com diferentes concentrações de fosfato, o que de acordo com Andrade et al. (2011), é possível pelo fato de que os microorganismos do solo tem condições de interagir com as informações veiculadas pelo medicamento homeopático, alterando a respiração do solo.

A tabela 4 demonstra a avaliação das médias dos macros nutrientes N, P e Ca em tecido vegetal de plantas de trigo cultivadas em solos com diferentes concentrações de metais Cd e Pb. Nota-se maior acúmulo dos nutrientes em solos com maior índice de metais.

Tabela 4- Médias dos teores de N, P e Ca encontrados no tecido foliar de plantas de trigo na época do florescimento.

Teores de Cd e Pb (solo)	Médias N	Médias P	Médias Ca
0,0 e 89 mg kg ⁻¹	30,13 ab	1,77 b	40,0 b
3,0 e 180 mg kg ⁻¹	25,8 b	2,05 b	41,18 b
9,0 e 540 mg kg ⁻¹	35,18 a	3,15 a	62,76 a

Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre as concentrações de solo a 5% de significância pelo teste de Tukey.

O maior acúmulo destes nutrientes em folhas de plantas de trigo cultivadas em solos com o maior concentração dos metais Cd e Pb pode estar relacionado a diminuição da massa seca da parte aérea das plantas devido a toxicidade dos metais (KABATA e PENDIAS, 2001).

Na Tabela 5 é apresentado o resumo da análise de variância para os componentes de produção de plantas de trigo, onde se verificou que apenas a fonte de variação relativa às contaminações de Cd e Pb no solo exerceu diferença significativa em todas as variáveis analisadas, sendo o medicamento homeopático *Nux vomica* em suas dinamizações analisadas neste trabalho não resultaram na influência significativa nos componentes de produção, tampouco houve interação significativa entre as concentrações de metais no solo e as dinamizações do medicamento homeopático.

Tabela 5- Resumo da análise de variância dos componentes de produção de plantas de trigo cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

F.v	G.L	Quadrados Médios						
		NEP	CE	NEE	NGE	VR	MSR	MSPA
solo	2	0,0476 ^{ns}	49,75*	292,0119*	21559,3*	15,0476 ^{ns}	1,4542*	17,5119*
homeopatia	6	0,2619 ^{ns}	0,5515 ^{ns}	2,8015 ^{ns}	113,5238 ^{ns}	3,4365 ^{ns}	0,0765 ^{ns}	1,0515 ^{ns}
solo x homeo.	12	0,3392 ^{ns}	0,5277 ^{ns}	1,498 ^{ns}	1225,1 ^{ns}	2,8115 ^{ns}	0,1778 ^{ns}	0,623 ^{ns}
resíduo	63	0,3281	0,6412	2,2896	1546,27	5,0686	0,1769	0,9246
CV (%)		34,62	13,43	12,75	40,63	34,76	42,85	37,74

F.V. (fonte de variação), NEP (número de espiga por planta), CE (comprimento de espiga), NEE (número de espiguetas por espiga), NGE (número de grãos por espigas), VR (volume de raízes), MSPA (massa seca da parte aérea), MSR (massa seca das raízes), *significativo a 5% de probabilidade pelo teste Fischer, ns – (não significativo), C.V. (coeficiente de variação), G.L (graus de liberdade).

Os resultados obtidos e a não significância das dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* sobre os componentes de produção, pode indicar a falta de similitude do medicamento com relação as características apresentadas pelas plantas, pois diversos experimentos constataram a eficiência da homeopatia no desenvolvimento de plantas, como por exemplo Khana e Chandra (1978), relatam o aumento de massa de plantas de *Ananas comunus* tratados com *Arsenicum álbum* 40CH.

Castro (2002) observou a aumento de massa em *Daucus carota* e em *Raphanus sativus* submetidos a tratamentos com o medicamento *Phosphorus*, este medicamento também foi avaliado por Bonato (2004), que constatou a diminuição de massa seca de trigo em plantas tratadas com este medicamento, comprovando a eficiência dos medicamentos ultradiluídos na produtividade de plantas.

Bonfin et al., (2008), constataram que raízes de alecrim e erva-cidreira após tratamento com *Arnica montana* aumentaram a qualidade, quantidade e comprimento das raízes emitidas. A desintoxicação de plantas utilizando medicamentos homeopáticos foi comprovada por pesquisadores como Scolfield (1984), que constaram a eficiência de *Cuprum sulphuricum* na desintoxicação de plantas de trigo contaminadas com sulfato de cobre.

Os efeitos dos metais Cd e Pb nos elementos de produção das plantas de trigo estão dispostos na Tabela 6, onde observa-se a interferência das maiores concentrações dos metais testados neste trabalho no comprimento das espigas, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga, massa seca de raiz e na massa seca da parte aérea, isto devido aos efeito tóxicos dos metais, refletindo em plantas com menor desenvolvimento e conseqüentemente tendo menor produtividade.

Tabela 6- Médias para os componentes de produção de plantas de trigo cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

Teores de Cd e Pb (solo)	NEP	CE	NEE	NGE	VR	MSR	MSPA
0,0 e 89 mg kg ⁻¹	1,67 a	6,64 a	13,60 a	116,3 a	7,28 a	1,19 a	3,10 a
3,0 e 180 mg kg ⁻¹	1,67 a	6,82 a	13,85 a	108,9 a	6,28 a	1,00 ab	2,89 a
9,0 e 540 mg kg ⁻¹	1,60 a	4,42 b	8,14 b	65,0 b	5,85 a	0,74 b	1,64 b

Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre as concentrações de metais no solo a 5% pelo teste de Tukey. NEP (número de espiga por planta), CE (comprimento de espiga), NEE (número de espiguetas por espiga), NGE (número de grãos por espigas), VR (volume de raízes), MSPA (massa seca da parte aérea), MSR (massa seca das raízes).

Os menores valores de NEP, CE, NEE e NGE de acordo com Taiz e Ziege (2013), são devido à redução de absorção de água e nutrientes, deixando de oferecer condições ideais para a máxima produtividade.

O efeito das doses dos metais Cd e Pb no sistema radicular das plantas de trigo reduziu a massa das raízes. Resultados semelhantes foram encontrados por Islam et al. (2007), em que o sistema radicular de plantas do gênero *Elsholtzia* foram afetadas diretamente pelas condições de estresse por metais tóxicos.

Com relação à translocação dos metais para distintas partes da planta de trigo (Tabela 7), não foi observado diferença significativa para as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* para a disponibilidade dos metais para a planta, o que pode ser observado é a diferença significativa e a presença de Cd, nas raízes e na parte aérea das plantas de trigo e o acúmulo de Pb em suas raízes.

Tabela 7- Resumo da análise de variância para os teores de metais nas distintas partes das plantas de trigo em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *nux vomica* em diferentes dinamizações.

F.V	G.L	Quadrados médios		
		Cd		Pb
		Raiz	Parte Aérea	Raiz
Solo	2	599727*	0,7619*	288509*
Homeopatia	6	892,4365 ^{ns}	0,0396 ^{ns}	554,15 ^{ns}
Solo x homeo.	12	769,8948 ^{ns}	0,0396 ^{ns}	212,365 ^{ns}
Resíduo	63	2050	0,0793	671,04
CV (%)		44,75	295,8	34,35

F.V. (fonte de variação), *significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Fischer, C.V. (coeficiente de variação), G.L (graus de liberdade).

Poucos experimentos foram realizados avaliando a ação da ciência homeopática na disponibilidade de metais em concentrações tóxicas para plantas, o medicamento homeopático *Nux vomica* é utilizado na agricultura para a desintoxicação do solo e plantas (CUPERTINO 2006), porém, não foi observado ação deste medicamento com relação a disponibilidade dos metais Cd e Pb para as plantas de trigo.

Contudo, segundo Andrade (2004), a quantidade de contaminantes no solo interfere na resposta aos estímulos do medicamento, tornando este processo mais lento, fato comprovado quando avaliada a respiração microbiana em solos coletados na região de mata, solos agrícolas e solos saturados com alumínio. Os solos da região de mata responderam muito mais rapidamente ao medicamento homeopático.

Porém, quando as aplicações de medicamentos homeopáticos em solo perduram por um ano ou mais, estas podem interferir na atividade respiratória do solo, contribuindo para metabolizar ou imobilizar os elementos tóxicos pela ação microrganismos presentes no solo (ANDRADE et al., 2007).

Com relação à translocação dos metais na planta de trigo, os resultados das médias dos metais Cd e Pb é apresentada na Tabela 8. Pode-se perceber diferenças significativas nas médias da parte aérea e da raiz para Cd, sendo que para Pb, apenas a raiz houve diferença significativa das médias, demonstrando que a planta de trigo possui diferentes formas de absorver e armazenar os metais em seus tecidos.

Resultados que não foram observados por Cannata et al., (2013), que estudaram o mecanismo vegetal de translocação e distribuição de Cd e Pb e constataram a presença de ambos os elementos nas diversas partes vegetais.

Tabela 8- Médias para os teores de Cd nas distintas partes das plantas de trigo cultivadas em solos contaminados com Cd e Pb e remediados com medicamento homeopático *Nux vomica* em diferentes dinamizações.

Teores de Cd e Pb (solo)	Médias Cd parte aérea	Médias Cd raiz	Médias Pb parte aérea	Médias Pb raiz
0,0 e 89 mg kg ⁻¹	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
3,0 e 180 mg kg ⁻¹	0,00 a	34,5 b	0,00 a	35,39 b
9,0 e 540 mg kg ⁻¹	0,28 b	269,0 c	0,00 a	190,82 c

Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre as concentrações de solo a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Com relação aos teores de Cd na parte aérea e raízes das plantas de trigo, observa-se a presença em todos os tecidos das distintas partes da planta em solos com 9,0 mg kg⁻¹ no solo. Tais resultados corroboram com Semhi et al., (2014) que constataram a mobilidade do Cd por meio de elevados índices de transferências para a parte aérea.

Os teores de Pb foram encontrados apenas nas raízes das plantas de trigo, tais dados corroboram com Lamhamdi et al. (2013), que obtiveram resultados semelhantes com trigo em doses crescentes de Pb. A ausência de Pb na parte aérea demonstra a baixa mobilidade do metal, para Alloway (2013) ausência de metal nestas partes é justificado, pois metais como Pb que não são considerados micronutrientes, possuem comportamento de baixa mobilidade no floema, formando complexos orgânicos de alto peso molecular que dificilmente são adsorvidos nas paredes dos vasos e se acumulam nesse tipo de tecido.

4. Considerações finais.

O medicamento homeopático *Nux vomica* nas dinamizações avaliadas interferiu na altura e no diâmetro de colmo das plantas de trigo, não mostrando eficiência para remediação de solos contaminados com metais tóxicos Cd e Pb, quando levado em conta a fitodisponibilidade para as plantas, sendo que os metais causaram efeitos deletérios no desenvolvimento e produtividade das plantas de trigo.

Referências bibliográficas

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soil and their bioavailability**. Springer, New York, 2013.

ANDRADE, F, M. C. Estratégias e métodos de implementação da homeopatia na propriedade rural. IN: Seminário sobre ciências básicas em homeopatia, 8, Lages/SC7. **Anais...** Lages: EPAGRI, UDESC, p.27-32, 2007.

ANDRADE, F. M. C. **Alterações da vitalidade do solo com o uso de preparados homeopáticos**. 316p. tese (doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal e Viçosa, Viçosa, 2004.

ANDRADE, F. M. C. de; CASALI, V. W. D.; SOUZA, D. B. de. Preparados homeopáticos e qualidade do solo. In: BONFIN, F. P. G.; CASALI, V. W. D. **Homeopatia: planta, água e solo: comprovações científicas das altas diluições**. Viçosa: UFV, DFT, p.73-96, 2011.

ANDRADE, F. M. C. **Homeopatia no crescimento e na produção de cumarina em cambá *Justia pectoralis* Jacq.** 214p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

AOAC - Association Of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 19 ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2012.

BONATO, C. M. et al. **Homeopatia simples: alternativa para agricultura familiar**. Marechal Cândido Rondon, PR: Líder, 2014, 36 p.

BONATO, C. M. Mecanismos de atuação da Homeopatia em Plantas In: **V Seminário brasileiro sobre a homeopatia na agropecuária orgânica**. 2003, Toledo, PR. Viçosa – FUNARBE – Universidade Federal de Viçosa, p.17-44, 2004.

BONATO, C. M; SILVA, E. P. Effect of the homeopathic solution Sulphur on the growth and productivity of radish. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.25, n.2, p.259-263, 2003.

BONFIM, F.P.G. et al. Use of homeopathic Arnica montana for issuance of roots of Rosmarinus officinalis L. and Lippia alba (Mill.) N.E.Br. **International Journal High Dilution Research**, v.7, p.113-117, 2008.

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Publicado no DOU nº 249, de 30, dez 2009.

BRASIL - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Publicado no D.O.U., 07/10/2011 - Seção 1. 2011.

BRUNNER, I. *et al.* Heavy metal accumulation and phytostabilisation potential of tree fine roots in a contaminated soil. **Environmental Pollution**, v. 152, n. 03, p. 559-568, 2008.

CANNATA, M. *et al.* Toxic metals in *Raphanus sativus*: assessing the levels of cadmium and lead in plants and damage to production. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, p.426-434, 2013.

CARVALHO, L. M.; CASALI, V. W.D.; CECON, P. R.; LISBOA, S. P.; SOUZA, M. A. Efeito da homeopatia recuperação de plantas de artemísia [*Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-Bip] submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de plantas medicinais**, v.6, p.20-27, 2004.

CASALI, V. W. D; CASTRO, D. M; ANDRADE, F. M. C; LISBOA, S. P. **Homeopatia: bases e princípios**. Viçosa – MG: UFV, 2006, 149 p.

CASALI, V.W.D.; ANDRADE, F.M.C.; DUARTE, E.C. **Acologia de altas diluições**. Viçosa: DFT/UFV, 2009, 600 p.

CASTRO, D.M. **Preparações homeopáticas sobre o crescimento de cenoura, beterraba, capimlimão e chambá**. 2002. Tese (Doutorado) – UFV. Viçosa, 2002.

CASTRO, M. Homeopathy: A theoretical framework and clinical application. **Journal of Nurse-Midwifery**, v.44, n.3, p.280-290, 1999.

CUPERTINO, M. C. Homeopatia e desintoxicação. IN: Seminário Brasileiro sobre homeopatia na agropecuária orgânica, 7, Campos dos Goytacazes – RJ, 2006. **Anais...** Viçosa: UFV, p.311-330, 2006.

DI CAGNO, R. *et al.* Effects of cadmium on growth of *Helianthus annuus* seedlings: physiological aspects. **New Phytologist**, v.14, n.1, p.65-71, 1999.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

GONÇALVES Jr., A. C. *et al.* Heavy Metal Contamination in Brazilian Agricultural Soils due to Application of Fertilizers. In: HERNANDEZ-SORIANO, M. C. (Ed.). **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. Ed. Intech Open, p.105-135.2014.

ISLAM, E. et al. Effect of Pb toxicity on root morphology, physiology and ultrastructure in the two ecotypes of *Elsholtzia argyi*. **Journal of Hazardous Materials**, v. 147, p.806–816, 2007.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3rd ed., 2000, 331 p.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils**. 3 ed. Boca Raton, London, New York, CRC Press, 2001, 413 p.

KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. Control of tomato fruit rot caused by *Fusarium rose* with homoeopathic drugs. **Indian Phytopathology, Delhi**, v.29, n.3, p.269-272, 1976.

LAMHAMDI, M. et al. Effect of lead stress on mineral content and growth of wheat (*Triticum aestivum*) and spinach (*Spinacia oleracea*) seedlings. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.20, p.29-36, 2013.

LISBOA, S. P. **Antagonismo de preparações homeopáticas na fotossíntese de plantas de *Ruta graveolens* (L.)**. dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Potafos, Piracicaba, 1997.

MEINERZ, C. C; TOLEDO, M. V; ASSI, L; VILLA, F. Efeito do medicamento homeopático sulphur no crescimento de *Physalis peruviana* L.). **Cadernos de Agroecologia** – v.6, n.2, 2011.

MÜLLER, S. F; CASAGRANDE, J; TOLEDO, M. V. Efeito de Preparados Homeopáticos de Picão-Preto no Seu Desenvolvimento. **Rev. Bras. De Agroecologia**, v.4, n.2, 2009.

NACKE, H. et al. Availability of heavy metals (Cd, Pb and Cr) in agriculture from commercial fertilizers. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.64, p.537-544, 2013.

NOBRE, M. M; NOBRE, R. C. M. Remediação de solos – técnicas alternativas melhoram desempenho. **Revista Química e derivados**, edição n.417, 2003.

NOVELINO, J. O; SILVA, M; RAMOS, MARTINS. M. B. Altura e produção de biomassa de sorgo cultivados em solo submetido a aplicações de fosfato e soluções em alta diluição de Sulphur. **Cadernos de Agroecologia** – v.9, n.4, 2014.

PANDEY, S.; GRUPTA, K.; MUKHERJEE, A. K. Impact of cadmium and lead on *Catharanthus roseus* - A phytoremediation study. **Journal of Environmental Biology**, v.28, n.3, p.655-662, 2007.

PARRA, A. et al. Seedling emergence, growth and trace elements tolerance and accumulation by *Lamiaceae* species in a mine soil. **Chemosphere**, v.113, p.132-140, 2014.

PIRES, J. L. F. **Cultivo de trigo**. Sistemas de Produção Embrapa, 2014.

PUSTIGLIONE, M. **Organon da arte de curar de Samuel hahnemann para o século XXI**. 1⁰ ed. São Paulo: ed. Organon, 2010, 320 p.

RAI, V.; KHATOON, S.; BISHT, S.S.; MEHROTRA, S. Effect of cadmium on growth, ultramorphology of leaf and secondary metabolites of *Phyllanthus amarus* Schum. and Thonn. **Chemosphere**, v.61, p.1644-1650, 2005.

REZENDE, J. M. de (Coordenador). **Caderno de homeopatia – Instruções práticas geradas por agricultores sobre o uso de homeopatia no meio rural**. 3.ed. Viçosa: Departamento de Fitotecnia/UFV, 2009, 62 p.

SANDALIO, L.M., DALURZO, H.C., GÓMEZ, M., ROMERO-PUERTAS, M.C., DEL RIO, L.A. Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants. **Journal of Experimental Botany**, v.52, p.2115-2126, 2001.

SANDALIO, L.M., DALURZO, H.C., GÓMEZ, M., ROMERO-PUERTAS, M.C., DEL RIO, L.A. **Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants**. 2001.

SANITÁ DI TOPPI, L.; GABBRIELLI, R. Response to cadmium in higher plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.41, p.105-130, 1999.

SCOLFIELD, A. M. Homoeopathy and its potential role in agriculture – **A critical review**. **Biological Agriculture and Horticulture**, v.1, n.2, p.1-50, 1984.

SEMHI, K.; CLAUERB, N.; CHAUDHURI, S. Changing elemental uptake of radish seedlings grown in Cd and Pb polluted smectite substrates. **Applied Clay Science**, v.99, p.171–177, 2014.

SHARMA, P.; DUBEY, R.S. Lead toxicity in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.17, n.1, p.35-52, 2005.

SILVA, E. P. **Efeito da aplicação do medicamento homeopático Sulphur em algumas variáveis do crescimento e produtividade de rabanete**. Monografia (Especialização em Botânica aplicada a plantas medicinais). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003. 25 p.

SILVA, M. R. B. **Assimilação de CO₂ em plantas de *Sphagneticola trilobata* (L.) pruski tratadas com preparados homeopáticos.** Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. MG. 2005.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Plant physiology.** Sinauer, Sunderland, 2013.

TÉTAU, M. **Hahnemann muito além da genialidade (vida e obra).** São Paulo: ed. Organon, 2001, 264 p.

TREVIZAM, A. R. et al. Aplicação de fósforo para imobilização química do cádmio em solo contaminado. **Química Nova**, v.33, p.1235-1241, 2010.

VITHOULKAS, G. **Homeopatia: ciência e cura.** Ed. Cultrix. São Paulo, 1980, 436 p.

XUE ALLEN, G. et al. Wheat Production and Wheat Rust Management in Canada. **Journal of Northeast Agricultural University**, v.19, n.1, p.1-14, 2012.

ZHANG, X. F.; GAO, B.; XIA, H. Effect of cadmium on growth, photosynthesis, mineral nutrition and metal accumulation of banana grass and vetiver grass. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.106, p.102–108, 2014.

CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com este trabalho demonstram a ação do medicamento homeopático principalmente para melhorar as condições das plantas cultivadas em solo contaminado com Cd e Pb, pois proporcionaram melhora na altura, diâmetro de caule das plantas de soja e trigo, além de interferir nas trocas gasosas de plantas de soja. Porém, não houve interferência da homeopatia na fitodisponibilidade dos metais, desta forma, conclui-se que o medicamento homeopático nas dinamizações observadas permite que as plantas tenham sobrevivido quando submetidas a solos com altas concentrações de metais, pois não foi observado maior acúmulo de metais em seus tecidos, salienta-se ainda que são recomendáveis maiores estudos levando em conta a repertorização homeopática para determinar o medicamento que mais se assemelha ao caso. Quando utilizar apenas um medicamento em dinamizações crescentes, recomenda-se utilizar intervalos curtos entre as dinamizações.