



## ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO SOBRE A COMPOSIÇÃO DE BACKGROUNDS PARA SOLOS BRASILEIROS– CONAMA 420/2009

*Carlos Roberto Juchen<sup>1</sup>; Marcio Antonio Vilas Boas<sup>2</sup>; Cristiano Poletto<sup>3</sup>; Patricia Trevisani Juchen<sup>4</sup>; Thiago Alex Hemkemeier<sup>5</sup>*

**RESUMO** --- A grande diversidade de solos brasileiros determinam backgrounds específicos para cada tipo de região. Neste sentido, este estudo estabelece Limites de Tolerância e Valores Orientadores de Referência de Qualidade para amostras de latossolos vermelhos eutroférricos localizados no município de Toledo PR. No laboratório, as amostras de solo foram secas e abertas por meio do método 3051A da *American Public Health Association* recomendada pela Resolução nº 420/2009 (CONAMA), sendo os elementos de interesse analisados por um Inductively Coupled Plasm Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES). Conclui-se que devido as amostras de solo serem provenientes de áreas de preservação ambiental e protegidas por matas nativas, as concentrações dos elementos-traço determinados e, especificamente as concentrações mais elevadas de Cu e Ni (212,35 e 30,26 mg Kg<sup>-1</sup>, respectivamente), devem-se exclusivamente ao material de origem e as ações conjuntas dos fatores e processos da formação do solo deste local.

**ABSTRACT** --- The great diversity of Brazilian soils determine specific backgrounds for each type of region. This way, this study establishes the Limits of Tolerance and Guiding Values of Quality Reference for samples of eutroferic red Oxisols located in the city of Toledo PR.. In the laboratory, soil samples were dried and open through 3051A method of *American Public Health Association*, recommended by Resolution No. 420/2009 (CONAMA), being the elements of interest determined by Inductively Coupled Plasm Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES). It was concluded that because the soil samples come from areas of environmental preservation and covered by native forests, the concentrations of trace elements determined and, specifically higher concentrations of the elements Cu and Ni (212.35 e 30.26 mg Kg<sup>-1</sup>, respectively), can exclusively be attributed to the source material and the joint actions of the factors and processes of soil formation of this area.

**Palavras-chave:** Metais pesados em solos do Brasil; Visão jurídica para estabelecer níveis basais em solos.

<sup>1</sup> Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, campus Toledo, Rua Cristo Rei, 19, Vila Becker, CEP 85902-490, Toledo, PR, Brasil. e-mail: crjuchen@utfpr.edu.br.

<sup>2</sup> Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE/CASCADEL/CCET/PGEAGRI, Rua Universitária, 2069, Jardim Universitário, CEP 85819-110, Cascavel, PR, Brasil.

<sup>3</sup> Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, IPH – Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970 - Porto Alegre - RS, Tel. Geral (51) 3308-6670.

<sup>4</sup> Graduando do Curso de Engenharia Química da UNIOESTE, campus Toledo, Rua da Faculdade, 645, Jardim Santa Maria, CEP 85900-003, Toledo, PR, Brasil

<sup>5</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil da UTFPR, campus Toledo, Rua Cristo Rei, 19, Vila Becker, CEP 85902-490, Toledo, PR, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O território brasileiro se caracteriza por uma grande diversidade solos, correspondendo, diretamente, à intensidade de interação das diferentes formas e tipos de relevo, clima, material de origem, vegetação e organismos associados, os quais, por sua vez, condicionam diferentes níveis basais de elementos-traço, uma vez que estas concentrações são influenciadas por fatores inerentes ao elemento químico, ao meio ambiente e às interações entre os elementos e o solo (Martins et al., 2011).

Martins et al. (2011) acrescenta que os diferentes níveis basais ocorrem devido as reações que ocorrem em diferentes tipos de rochas que originam solos com composição mineralógica distintas. Dessa forma, a ampla variedade de tipos de rochas resulta em uma variabilidade de minerais portadores de elementos-traço, que ocorrem naturalmente em proporções variáveis e decrescentes na composição das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, respectivamente, que constituem a fonte primária destes elementos. É importante ressaltar que dependendo dos teores e das condições físico-químicas ambientais, tais elementos podem passar de micronutrientes à condição de elementos tóxicos aos seres humanos, às plantas e aos animais, agindo como agentes contaminantes do solo, da água e também do ar (Larcher, 2004).

O conhecimento da dinâmica de metais nos solos possibilita a utilização de práticas preventivas e/ou mitigadoras mais eficientes de forma a gerenciar a disponibilidade destes elementos, distribuição no ambiente e transferência para a cadeia alimentar. Ao contrário dos contaminantes orgânicos, a maioria dos metais não sofre degradação microbiana ou química, e, por isso, as concentrações no solo persistem por um longo período após a sua entrada (Guo et al., 2006).

A determinação dos valores naturais, também denominado de background em estudos hidrossedimentológicos, é o primeiro passo para a definição de valores orientadores de situações de contaminação, essencial para a construção de uma legislação voltada para o monitoramento e intervenção legal condizentes com a realidade local, evitando intervenções inadequadas que incorram em prejuízos financeiros e sociais (Baize & Sterckeman, 2001). No entanto e apesar de incipiente, alguns grupos de pesquisa do Brasil, nas últimas duas décadas, direcionaram suas pesquisas à obtenção de teores naturais de metais nos solos, objetivando auxiliar na construção de valores orientadores para suas regiões (Campos et al., 2003; Oliveira & Costa, 2004; Fadigas et al., 2006; Pierangeli et al., 2009).

Valores orientadores são pré-estabelecidos geralmente para orientar estudos científicos que têm como objetivo verificar contaminações de regiões expostas às atividades de explorações

industriais ou urbanas; deste modo, são utilizadas várias terminologias para este termo. A legislação brasileira estabelece três valores orientadores distintos denominados de: Valores Orientadores de Referência de Qualidade (VRQ), de Prevenção (VP) e de Investigação (VI) (CONAMA, 2009).

O Valor Orientador de Referência de Qualidade (VRQ) é também conhecido como *background* geoquímico, é baseado na avaliação dos teores naturais dos metais pesados nos solos na sua condição natural e sem nenhuma ou mínima interferência antrópica. Para sua definição, a distribuição dos dados de uma população de amostras é normalizada, existindo inúmeros processos indicados para sua obtenção (Matschullat et al., 2000). Geralmente, baseiam-se na exclusão de dados anômalos de uma população. A normalização dos dados pode basear-se na exclusão em percentil (geralmente 90º e 95º percentil) e quartil superior (75º percentil) dos valores observados (Micó et al., 2007; CETESB, 2005; Pérez-Sirvent et al., 2009), sendo também esta a sugestão do CONAMA (2009). Outras técnicas são discutidas em Matschullat et al. (2000).

O Valor de Prevenção (VP) é um valor intermediário entre o VRQ e o Valor de Investigação (VI). Assim o VP é a concentração limite de elemento-traço no solo, que não interfere em sua capacidade de comprometer suas funções de sustentador da diversidade biológica e dos ciclos biogeoquímicos. No caso deste valor ser alcançado será requerido o monitoramento e avaliação da causa deste alto teor, tornando-se determinante para extinção de possíveis fontes de contaminação ou verificação da existência de teores naturais atípicos nesta área.

Já o Valor de Investigação (VI), é um valor acima do qual haverá risco à saúde humana e ao desenvolvimento dos demais organismos vivos. Sua determinação é baseada em análise de risco, considerando a dose máxima aceitável absorvida pelo organismo receptor, segundo pesquisas desenvolvidas por diversos órgãos, dentre os quais, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) as quais são baseadas na toxicologia do metal ou substância e nível de exposição dos indivíduos, mediante a aplicação de sistemas de modelagens. Uma vez observado um valor acima do VI serão necessárias ações específicas para o gerenciamento da contaminação de forma a remediar a área e reduzir o risco de poluição.

Os primeiros países que definiram critérios para a determinação do nível de contaminação dos solos baseado em análise de risco foram os Estados Unidos e a Holanda, com estudos iniciados em 1989 e 1990, respectivamente. Posteriormente, diversos países da Europa como Suécia, Alemanha, Reino Unido, Itália e Espanha definiram seus valores de prevenção e investigação. Apesar desses países seguirem metodologias próprias, o princípio utilizado foi o mesmo: a avaliação de risco de exposição dos organismos aos efeitos tóxicos e carcinogênicos destes elementos (Vázquez & Anta, 2009).

Um dos primeiros pontos a ser considerado na análise de risco é o conhecimento do perigo do elemento em questão, inerente às características químicas deste. Nesta etapa são realizados diversos ensaios para determinar os efeitos tóxicos e a dose máxima de exposição permitida por peso vivo do organismo, sendo consideradas as diversas vias de exposição (exposição cutânea, digestiva e respiratória) do elemento ou substância, baseadas, por exemplo, em cenários agrícola, residencial e industrial (CETESB, 2005). O cenário agrícola apresenta prevenção mais criteriosa devido ao risco de introdução direta na alimentação humana ou indiretamente a partir da sua introdução na cadeia trófica. Este último processo, aliás, pode ser muito mais prejudicial, pois uma vez na cadeia trófica, muitos destes metais podem ser biomagnificados, mediante o acúmulo nos tecidos animais, principalmente nas células lipídicas, fazendo com que os teores incorporados nos níveis mais elevados da cadeia, mediante a ingestão de alimento contaminado, sejam bastante elevados, muitas vezes superiores aos níveis tolerados pelos organismos consumidores.

Também no Brasil, muitos autores lançam mão de outros artifícios matemáticos para constituir valores limites para backgrounds de determinadas regiões ou microbacias. Por exemplo, Carvalho et.al. (2013) propõe os Valores de Tolerância (LT) para apoiar ou validar as ações de monitoramento ambiental, utilizando dados referentes às concentrações dos metais analisados para propor um limite máximo até o qual a concentração do elemento ainda fosse considerada como possível de ser encontrada em cada grupo de solos de seus estudos. Neste sentido, Martins (2005) afirma que o limite de tolerância contém aproximadamente 95% das observações amostrais para distribuições simétricas e, praticamente, 100% para distribuições com assimetria elevada.

Considerando que o Brasil encontra-se em região de baixa latitude, apresenta grande extensão territorial e diversidade de regiões fisiográficas que refletem as mais variadas classes de solos, este estudo objetiva exemplificar por meio de amostras de Latossolo Vermelho eutroférico provenientes de áreas de preservação ambiental, os princípios e efeitos legais da aplicação da legislação em vigor objetivando legitimar uma preocupação crescente da sociedade com a qualidade deste recurso.

## **MÉTODOS E MATERIAIS**

Para constituição das concentrações dos principais elementos-traço investigados, utilizou-se o método direto, também conhecido como método geoquímico, por basear-se na análise de amostras reconhecidamente isentas de interferência antrópica (Baize & Sterckeman, 2001; Horckmans et al., 2005). Nesse caso, os valores de background foram determinados por meio de valores médios da concentração de metais de uma área sem influência antropogênica.

Assim, três amostragens de solo foram realizadas em cinco áreas de florestas preservadas (Figura 1), escolhidas aleatoriamente no entorno do perímetro urbano do município de Toledo na região oeste do Paraná, Brasil. Os solos destas áreas são classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como LVef (latossolos vermelhos eutroféricos).

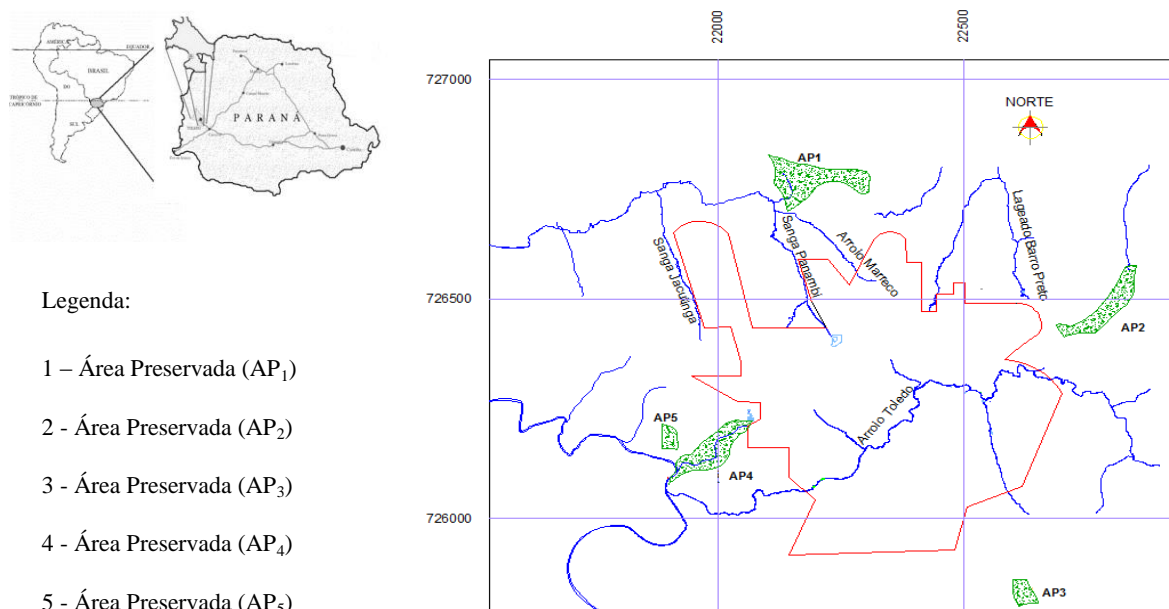


Figura 1 – Localização geográfica da América do Sul, Brasil, Paraná, Toledo e as áreas de florestas preservadas localizadas no entorno do perímetro urbano.

Foram realizadas amostragens em período seco e chuvoso a fim de obter os dados em diferentes condições ambientais. Em cada uma das áreas preservadas e caracterizadas na Tabela 1, foram coletadas 10 amostras simples para constituir uma amostra composta, sendo este procedimento realizado com auxílio de pá de aço inox, na profundidade de 0 a 0,2 m. Depois de coletadas, as amostras foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de 2,0 mm de abertura de malha, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA), as quais foram armazenadas em frascos de polietileno e conservados sob-refrigeração até o momento da análise.

A abertura das amostras foi realizada por meio do método 3051A da *American Public Health Association* utilizando a atualização para microondas recomendada pela CONAMA n° 420/2009 para amostras de solo. Os elementos de interesse foram determinados por Inductively Coupled Plasm Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES), com o equipamento do modelo Optima 8000 ICP da Perkin Elmer.

Tabela 1 – Caracterização das áreas preservadas no entorno do perímetro urbano do município de Toledo, PR.

Áreas	Coordenadas geográfica	Localização e características do entorno	Altitude (m)
AP1	S 24° 40' 48" W 53° 45' 21"	Região norte, proximidade de aviário e áreas de agricultura.	585
AP2	S 24° 42' 35" W 53° 41' 23"	Região nordeste, ao lado de um campo de prática esportiva de golfe.	578
AP3	S 24° 46' 10" W 53° 42' 16"	Região sul, proximidades de laticínio e áreas de agricultura.	580
AP4	S 24° 44' 49" W 53° 45' 59"	Região sudoeste, proximidades de pedreira e propriedade agrícola.	492
AP5	S 24° 43' 59" W 53° 46' 10"	Região oeste, proximidades de áreas urbanizadas e de agricultura.	571

Depois de obtidos as concentração em  $\text{mg Kg}^{-1}$  de cada elemento, os resultados foram analisados segundo as observações legais do CONAMA n° 420/2009. Assim, além dos VRQ médios também foram estabelecidos os percentis 75 e 90 do universo amostral após subtraídas as anomalias. Neste trabalho não foram considerados as substâncias químicas em que os resultados analíticos foram menores do que o limite de quantificação praticável (LQP) do respectivo método analítico.

Este estudo também utiliza os dados referentes às concentrações dos metais analisados para estabelecer os limites máximos denominados de Limites de Tolerância (LT) apresentados em estudo de Carvalho et al. (2013), onde para obtenção destes limites se utiliza a expressão antilog ( $m + 2s$ ), onde  $m$  é média e  $s$  o desvio padrão dos dados transformados em  $\log_{10}$  (Crock et al., 1992; Tobías et al., 1997).

## RESULTADOS E DISCUSÃO

Os resultados da Tabela 2 expressam os VP, VI e os VRQ em  $\text{mg kg}^{-1}$  obtidos neste estudo pela sintetização dos dados a partir de cada um dos respectivos percentis, conforme estabelecido pela Resolução n° 420, de 28 de dezembro de 2009 do CONAMA. Com isso, para os cálculos dos VRQ, o critério utilizado foi a do quartil superior, ou seja, 75° e 95° do percentil, onde após a ordenação da distribuição dos dados, foram excluídos os 25 ou 5 % respectivamente dos valores mais elevados por serem considerados anômalos.

Tabela 2 – Resultados dos VRQ e seus respectivos percentis comparados aos valores de Prevenção e investigação da resolução CONAMA 2009.

Elemento-traço	Solo (mg kg <sup>-1</sup> de peso seco)						
	VP	VI			VRQ (Percentil)		
		Agrícola	Residencial	Industrial	100	75	95
Bário	150,00	300,00	500,00	750,00	62,51	42,50	43,97
Cádmio	1,3	3,00	8,00	20,00	0,69	0,66	0,67
Chumbo	72,00	180,00	300,00	900,00	17,46	17,10	17,48
Cobre	60,00	200,00	400,00	600,00	212,35	197,23	197,23
Cromo	75,00	150,00	300,00	400,00	54,20	46,07	55,63
Níquel	30,00	70,00	100,00	130,00	30,26	26,55	27,15
Zinco	300,00	450,00	1000	2000	82,14	78,82	78,88

Notas: VP Valores de Prevenção; VI Valores de Investigação; VRQ Valores de Referência de Qualidade.

A Tabela 2 mostra para os elementos Cu e Ni valores que extrapolam os recomendados pelo CONAMA (2009), indicando possibilidade de que a concentração natural destes elementos foi influenciada pelo material de origem e demais ações conjuntas dos fatores e processos de sua formação, uma vez que este estudo descarta possibilidades de contaminação por usar amostras de solos obtidas em áreas preservadas.

No caso do Cu, é possível observar ainda maiores restrições na medida em que se diminuem os respectivos percentis. Portanto recomendam-se, neste caso, maiores investigações nesta microbacia uma vez que o comportamento deste elemento-traço pode resultar na sua fitodisponibilidade.

Por outro lado, diante dos resultados obtidos em seus respectivos percentis, uma questão importante é o risco de se considerar como anômalos dados representativos de uma condição específica de formação do solo. Por exemplo, algumas vezes pode ser observada a ocorrência de áreas com concentrações elevadas de certos elementos-traço, resultantes de proximidades de vulcões, regiões hidrotermais ou heterogeneidade de material de origem (Vázquez & Anta, 2009). Outro exemplo são os estudos de Baize & Sterckeman (2001), que avaliando o teor natural de metais em solos da França, confirmaram a existência de teores de diversos metais, dentre os quais o Cd (10 mg kg<sup>-1</sup>), em quantidades efetivamente superiores aos valores de referência de qualidade da região, descartando a possibilidade de contaminação antrópica desta área, até então sob suspeita. Deste modo, conclui-se que as reservas legais formadas por Latosolos Vermelhos eutroféricos formam um conjunto de amostras representativas para obter-se a determinação dos Valores Orientadores de Referência de Qualidade para a microbacia deste estudo.

Na Tabela 2 também pode ser observado que a retirada dos valores considerados anômalos não interferiu basicamente nas concentrações obtidas para os respectivos percentis dos elementos-traço Cd, Pb e Zn, o que evidencia um menor desvio padrão nos resultados obtidos para estes

elementos. Portanto, o processo de monitoramento ambiental desta microbacia ou região pode adotar, para estes elementos, as concentrações mais restritivas de cada percentil sem prejuízo as avaliações e tomadas de decisões, uma vez que estes valores de referência foram definidos como valores de concentração de compostos de interesse em ambiente natural e que, evidentemente, não têm um histórico de influências antropogênicas (MOZETO et al., 2006).

No Brasil, segundo o CONAMA (2009), cada Estado deverá estabelecer seu VRQ para elementos-traço baseados no conjunto de seus tipos de solo. Porém, é observado em muitos trabalhos nacionais recentes que poucos estados brasileiros não estabeleceram estes padrões de referência para elemento-traço, principalmente quando é necessário proceder avaliações de áreas que possam estar sujeitas a processos de contaminação. Esta normativa também realiza um avanço ao estabelecer os métodos 3050 e 3051 do EPA, e suas atualizações como métodos padrões para a obtenção dos teores de metais em solos do Brasil, para comparação com os VRQ; exceto para Hg, para o qual não houve definição de método. Por estas razões, o presente trabalho utiliza o método 3051A, em consonância com a recomendação da resolução vigente no país.

Assim, o elevado nível de características semelhantes entre as reservas legais escolhidas se assemelha às recomendações do sugerido pelo CONAMA, onde a seleção de um conjunto de solos representativos deve servir de base para determinação dos Valores Orientadores de Referência de Qualidade em cada Estado brasileiro, fato que indica a coerência na escolha destes solos na obtenção dos teores naturais de elementos-traço em solos.

Para efeito de comparação, relacionaram-se os resultados deste trabalho com os obtidos pela metodologia proposta por Carvalho et al (2013). Logo, a Tabela 3 apresenta os resultados dos VRQ em seus respectivos percentis comparados aos VT como valores que podem se apresentar como uma alternativa segura para responder às quantificações dos níveis de contaminação de determinadas regiões e, principalmente, em estudos hidrossedimentológicos, pois de certo modo estes estudos são amplamente utilizados para verificar as influências das atividades antrópicas em regiões suspeitas de contaminações, os quais são um dos assuntos mais importantes das ciências ambientais recentemente.



Tabela 3 – Comparações do Limite de Tolerância (LT) aos respectivos percentis estabelecidos de acordo com o CONAMA (2009).

Elemento-traço	Solo (mg Kg <sup>-1</sup> de peso seco)				
	VT		VRQ (Percentil)		
	μ	σ	100	75	95
Bário	136.83	0.190	62,51	42,50	43,97
Cádmio	0.90	0.059	0,69	0,66	0,67
Chumbo	23.18	0.064	17,46	17,10	17,48
Cobre	358.17	0.121	212,35	197,23	197,23
Cromo	121.37	0.192	54,20	46,07	55,63
Níquel	63.90	0.176	30,26	26,55	27,15
Zinco	112.97	0.072	82,14	78,82	78,88

Notas: μ: Média; σ: desvio padrão.

Os LT estabelecidos são, segundo Carvalho et al. (2013), limites até o qual a concentração do elemento ainda pode ser considerada possível de ser encontrada neste ambiente. Por outro lado, de acordo com estes autores, as concentrações superiores a este limite seriam indicativas de que uma dada amostra não apresenta mais a concentração normal nem o valor máximo que seria possível encontrar para amostras semelhantes. Deste modo, observa-se na Tabela 3 que a precisão e exatidão da metodologia utilizada na determinação dos elementos-traços em questão influenciam drasticamente os respectivos LT. Desta maneira, os maiores desvios padrão apresentados pelos elementos-traço Ba, Cu, Cr e Ni revelam respectivamente maiores VT estimados.

Dentre as últimas orientações de VRQ para solos brasileiros se encontram os descritos na deliberação normativa do COPAN (Conselho Estadual de Política Ambiental) nº 166, de 29 de junho de 2011 de Minas Gerais. Ao se comparar os VT determinados neste estudo aos VRQ desta norma (Ba 93; Cd < 0,4; Pb 19,5; Cu 49; Cr 75; Ni 21,5; Zinco 46,5 em mg Kg<sup>-1</sup>), observa-se que apenas o elemento-traço Cd se encontra em não conformidade, apresentando deste modo o dobro do valor recomendado. Porém, vale ressaltar que os limites desta norma são, em alguns casos, inferiores aos teores nativos determinados no background deste estudo; por exemplo, os elementos-traço Cu, Ni e Zn apresentam maiores níveis em quase todos os percentis. Esse é o caso em que as normas para estabelecimentos destes valores deveriam ser reestudadas e deste modo se enfatiza a importância do conhecimento dos teores nativos de elementos-traço em diferentes solos para evitar que níveis irrealistas de remediação sejam impostos em áreas contaminadas (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

A Resolução CONAMA 420/2009 estabelece que o VRQ para as substâncias inorgânicas de ocorrência natural no solo são estabelecidos a partir de interpretação estatística dos resultados

analíticos obtidos em amostras coletadas nos principais tipos de solo do Estado, identificando os tipos de solo em cada Estado com base em critérios tais como o material de origem do solo (litologia), relevo e clima, de modo a se obter um conjunto de tipos de solo que representem os compartimentos geomorfológicos, pedológicos, geológicos mais representativos do estado (CONAMA, 2009). Já estudos de POLETO & MERTEN (2008) recomendam que para melhorar a avaliação dos níveis de metais encontrados nas áreas de estudo é muito importante a utilização de valores de background local. Deste modo, este estudo recomenda que os VRQ devam ser estabelecidos mediante a classificação de solos brasileiros, uma vez que além de mais eficaz pode ser uma meta progressiva para melhoria deste recurso tão importante para a sustentabilidade da nação brasileira em longo prazo.

## **CONCLUSÕES**

Os elementos Cu e Ni apresentaram neste background níveis superiores aos indicados pela Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009 do CONAMA;

As maiores concentrações obtidas para os elementos-traço Cu e Ni são resultados das ações geológicas físico-químicas ocorridas naturalmente nestas áreas de preservação;

Os resultados apresentados pelos elementos-traço Cd, Pb e Zn não apresentam maiores restrições em seus respectivos percentis definidos pela legislação em vigor;

Maiores desvios padrão analíticos apresentados pelos elementos-traço Ba, Cu, Cr e Ni determinam respectivamente maiores Valores de Tolerância;

De acordo com a normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental do estado de Minas Gerais, apenas o elemento-traço Cd se encontra em não conformidade;

Conclui-se que as reservas legais formadas por Latosolos Vermelhos eutroféricos formam um conjunto de amostras representativas para obter-se a determinação dos Valores Orientadores de Referência de Qualidade para a microbacia deste estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

A CAPES, CNPq e ao ALABOR - Laboratório de Alimentos.

## BIBLIOGRAFIA

BAIZE D, STERCKEMAN, T. (2001). *Of the necessity of knowledge of the natural pedo-geochemical background content in the evaluation of the contamination of soils by trace elements*. The Science of the Total Environment vol. 264, p. 127-139.

CAMPOS, M. L.; PIERANGELI, M. A. P.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES J. J.; CURI, N. (2003). *Baseline Concentration of Heavy Metals in Brazilian Latosols*. Comm. Soil Sci. and Plant. Anal. Vol. 34, p. 547–557.

CARVALHO, S.R.; VILAS BÔAS, G.S; FADIGAS, F.S. (nov. 2013). *Concentrações naturais de metais pesados em solos derivados de sedimentos do grupo barreiras*. Cadernos de Geociências, v. 10, n. 2, p. 97-107.

CETESB – *Companhia de tecnologia de saneamento ambiental*. (2005). Decisão da Diretoria nº 195/2005. Valores orientadores para solos e águas subterrâneas do estado de São Paulo. 4p.

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, nº 249, de 30/12/2009, pág. 81-84. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2009>. Acessado em Jul 2014.

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010. Republicação Diário do Executivo Minas Gerais 29/12/2010. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14670>. Acessado em Ago 2014.

CROCK, J. G.; SEVERSON, R. C.; GOUGH, L. P. (1992). *Determinig baselines and variability of elements en plants and soils near the Kenai National Wildlife Refuge, Alaska*. In: Water, Air and Soil Pollution. p.253-271.

FADIGAS, F. S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N. ; ANJOS, L. H. C.; FREIXO, A. A. (2006). *Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em solos brasileiros*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 699-705.

GUO, G. L.; ZHOU, Q. X.; KOVAL, P. V.; BELOGOLOVA, G. A. (2006). *Speciation distribution of Cd, Pb, Cu and Zn in contaminated Phaeozem in north-east China using single and sequential extraction procedures*. Australian Journal of Soil Research, vol 44, p.135-142.

- HORCKMANS, L.; SWENNEN, R.; DECKERS, J.; MAQUIL, R.(2005). *Local background concentrations of trace elements in soils: a case study in the Grand Duchy of Luxembourg*. Catena, Amsterdam, v. 59, n.3, p. 279–304.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. (2001). *Trace elements in soils and plants*. 4. ed. Boca Raton, CRC Press. 413p.
- LARCHER, W. (2004). *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 531p.
- MATSCHULLAT, J.; OTTENSTEIN, R.; REIMANN, C. (2000). *Geochemical background – can we calculate it?* Environ. Geo., vol. 39, p. 990-1000.
- MARTINS, G. A. (2005). *Estatística geral e aplicada*. São Paulo: Atlas, 421p.
- MARTINS, C.A.S; NOGUEIRA, N.O.; RIBEIRO, P.H.; RIGO, M.M.; CANDIDO, A.O. (jul-set 2011). *A dinâmica de metais-traço no solo*. R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.17, n.3-4, p.383-391.
- MICÓ, C.; PERIS, M.; RECATALÁ, L.; SÁNCHEZ, J. (2007). *Baseline values for heavy metals in agricultural soils in an European Mediterranean region*. Science of The Total Environment V. 378, n°1-2, p. 13-17.
- MOZETO, A. A.; UMBUZEIRO, G. A.; JARDIM, W. F. (2006). *Projeto Qualised - Métodos de coleta, análises físico-químicas e ensaios biológicos e ecotoxicológicos de sedimentos de água doce*. 1 ed. Ed. Cubo. São Carlos.
- OLIVEIRA, T. S.; COSTA; L. M. (2004). *Metais pesados em solos de uma topolitossequência do Triângulo Mineiro*. R. Bras. Ci. Solo, vol. 28, p.785-796.
- PÉREZ-SIRVENT, C.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, M. J.; GARCÍA-LORENZO, M. L.; MOLINA, J.; TUDELA, M.L. (2009). *Geochemical background levels of zinc, cadmium and mercury in anthropically influenced soils located in a semi-arid zone (SE, Spain)*. Geoderma, vol. 148, p. 307–317.
- PIERANGELI, M. A. P.; EGUCHI, E. S.; RUPPIN, R. F.; Vieira, F.V.; COSTA, R. B. F. (2009). *Teores de As, Pb, Cd e Hg e fertilidade de solos da região do Vale do Alto Guaporé, sudoeste do estado de Mato Grosso*. Acta Amazonica, vol. 39, p. 59-67.
- POLETO, C.; MERTEN, G. H. *Estudos de Zn e Ni em Sedimentos Fluviais em Suspensão e o Risco Potencial aos Recursos Hídricos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 147-154. 2008.

TOBÍAS, F. J.; BECH ,J.; SÁNCHEZ ALGARRA, P. (1997). *Establishment of the background levels of some trace elements in soils of NE Spain with probability plots*.In: The Science of Total Environment. p. 63-78.

VÁZQUEZ, F. M.; ANTA, R. C. (2009). *Niveles genéricos de metales pesados y otros elementos traza em suelos de Galicia*. Ed: Xunta de Galicia, 229 p.