

**INVESTIGANDO CÁDMIO E CHUMBO NA CADEIA  
PRODUTIVA DA ERVA-MATE NO BRASIL**

**Prof. Dr<sup>a</sup> Alice Teresa Valduga**



**Brasília, 07 de Novembro de 2017.  
(Reunião Câmara Setorial)**

# Definição do problema

Visando garantir a segurança alimentar, as indústrias mobilizaram-se sobre a necessidade de um plano estratégico de rastreamento dos teores cádmio e chumbo em erva-mate.



Identificar fatores associados ao problema.



Buscar orientações, relacionadas à conduta mais adequada a ser adotada no cultivo, manejo e processamento de erva-mate.

# Introdução/Justificativa

## (Hipóteses)

- Atividades antrópicas, como a aplicação de fertilizantes fosfatados exercem um importante papel para a introdução de cádmio nos solos agricultáveis.

(GUPTA et al. 2014; JIAO et al., 2012)

- Rochas fosfatadas utilizadas na produção de fertilizantes podem ser uma fonte de contaminação do solo e dos alimentos por este metal.

(MAR; OKAZAKI et al., 2014)

## Introdução/Justificativa

- Nas culturas permanentes a presença de metais pesados se torna mais evidente, em função de seu acúmulo ao longo dos anos. A erva-mate é uma espécie perene nativa da América do Sul, hoje extensivamente cultivada no sul do Brasil, na Argentina e no Paraguai.

(HAO et al., 2013)

## Introdução/Justificativa

- Considerando que a erva-mate é um alimento amplamente consumido na América do Sul, e hoje ganha mercados em diferentes países,

Identificar se os níveis da legislação são compatíveis com níveis naturais existentes em sua composição, ou possíveis fontes de elevação dos níveis por metais pesados trata-se de uma questão que estende-se além de aspectos relacionados à comercialização, envolvendo questões de saúde pública.

- Rastrear as possíveis fontes de elevação dos níveis, e educar trabalhadores pertencentes cadeia produtiva, metas do presente projeto, consistem em estratégias que visam promover a segurança alimentar.

# Objetivos

## Geral

- Rastrear possíveis fontes de contaminação por cádmio e chumbo na cadeia produtiva da erva-mate.

## Específicos

- Formular um plano de coleta de amostras de solos cultivados e nativos contendo erva-mate, bem como amostras de folhas *in natura* e processadas dos mesmos pontos amostrais a serem encaminhadas para análise.
- A partir dos resultados obtidos nas análises, identificar etapas do cultivo e manejo e do processamento que podem estar associadas com a contaminação por metais pesados.

# Objetivos

## Específicos

- Georeferenciar, mapear e efetuar a modelagem espacial de áreas geográficas relacionadas com os índices alterados dos respectivos metais.
- Comparar, por meio de estatística descritiva e inferencial, amostras rastreadas da cadeia produtiva da erva-mate, buscando identificar se em algum dos elos da cadeia produtiva existe algum fator passível de contaminar a matéria prima com metais pesados acima elencados.

## Referencial Teórico

- Em análises realizadas com fertilizantes comercializados no Paquistão, níveis de chumbo variaram entre  $30,1 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$  a  $196 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ , e de cádmio entre  $5,4 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$  a  $14,4 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$

(SABIHA-JAVIED et al., 2009)

Características geológicas e aplicação excessiva de fertilizantes fosfatados podem contribuir para a introdução de elementos potencialmente perigosos, como cádmio e chumbo nos ambientes agricultáveis.



Estes elementos apresentam um grande potencial para acúmulo no solo, e serem transferidos ao longo de diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar.

## Referencial Teórico

- As amostras de solos e folhas de erva-mate foram coletadas e georeferenciadas nos maiores cultivos localizados nos estados produtores de erva-mate no sul do Brasil.

Quadro 1. Distribuição dos pontos amostrais para a coleta de amostras.

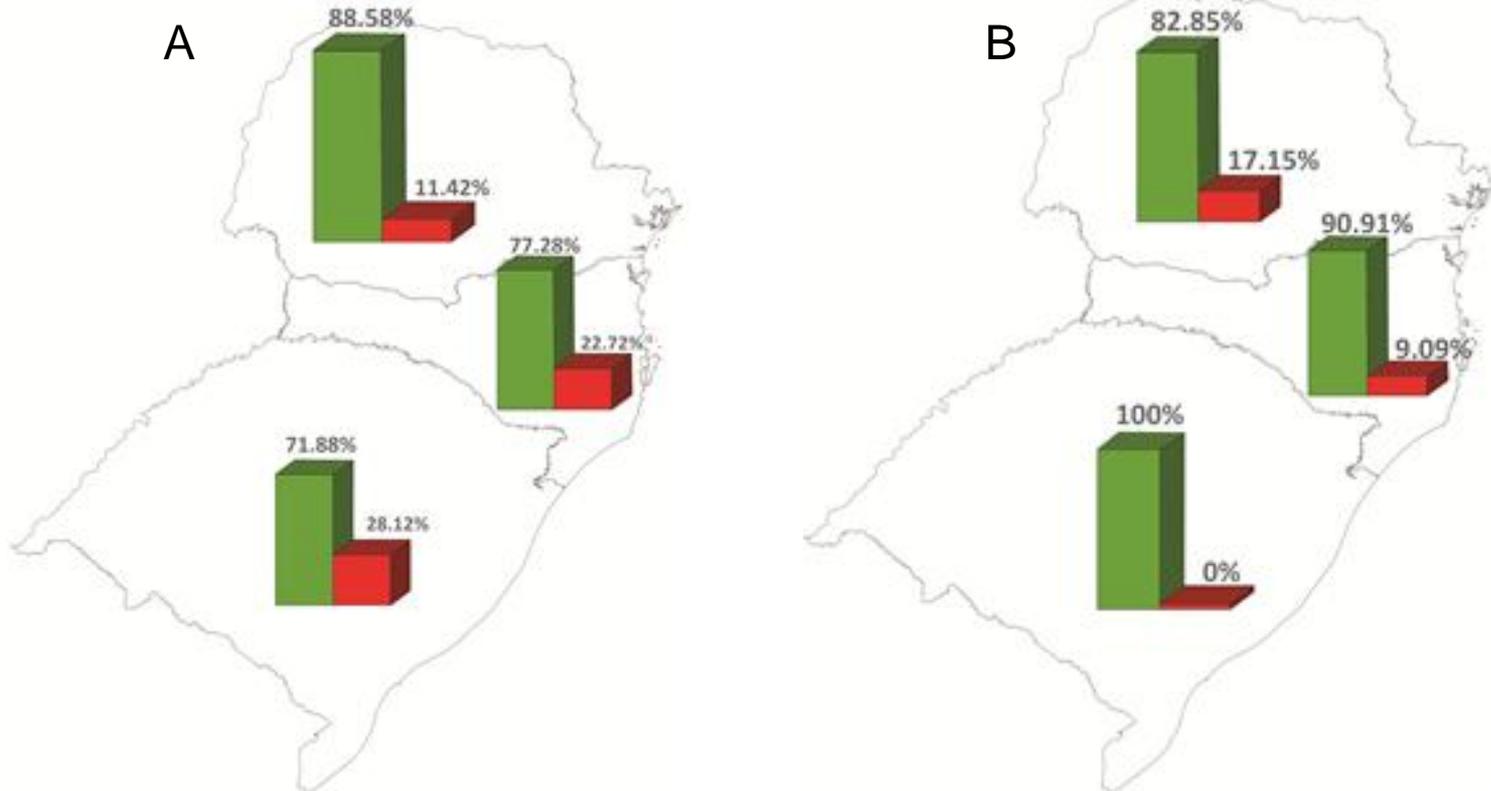
Estados*	Solos Nativos	Solos Cultivados	Folha <i>in natura</i>	Folha Processada
Rio Grande do Sul	20	20	40	40
Santa Catarina	20	20	40	40
Paraná	20	20	40	40
Total	60	60	120	120

\* Total de amostras para os estados do RS, SC e PR será de 360 amostras

# Cronograma físico-financeiro

ETAPAS OU ATIVIDADES	ANO/SEMESTRE									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem
1- Estruturação da proposta/projeto e reuniões de encaminhamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2- Coleta de amostras - Primeira Etapa (Tres estados, RS, SC, PR) total de 240 amostras		X								
3- Envio de amostras para análises - Primeira Etapa (240 amostras)		X	X							
4- Relatórios dos resultados das análises com modelagem geográfica e estatística da primeira etapa			X	X	X					
5- Procedimentos de Coleta - Segunda Etapa (Tres estados, RS, SC, PR) total de 240 amostras						X				
6- Envio de amostras para análises - Segunda. Etapa (240 amostras)						X		X		
7- Relatórios dos resultados das análises com modelagem geográfica e estatística da segunda etapa		X		X						
8- Mapeamento e modelagem espacial dos resultados	X	X		X		X		X		
9- Redação técnica de relatórios			X	X					X	X

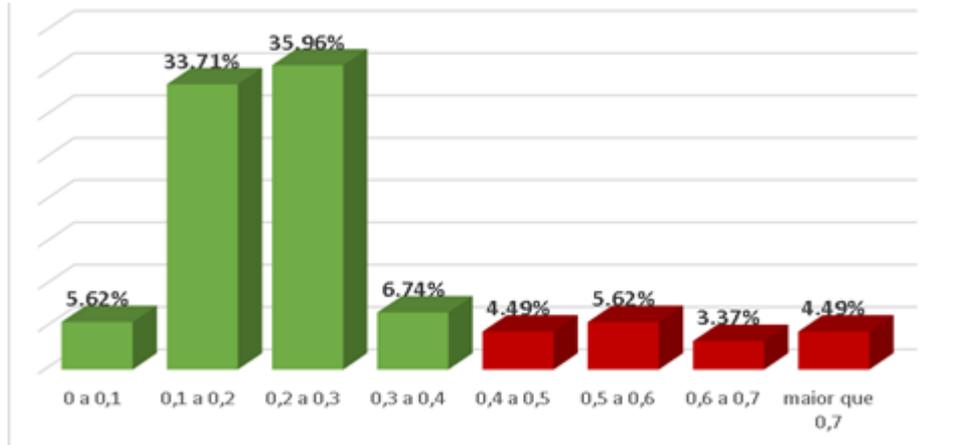
# Resultados



Nas folhas de erva mate in natura, encontrou-se em 80% dos pontos coletados teores de Cd abaixo de 0,4 mg/kg-1 e 91,02 % dos pontos coletados com teores de Pb abaixo de 0,6 mg/kg-1. A maioria dos pontos com teores de Cd acima de 0,4 mg/kg-1 estão distribuídos no estado do Rio Grande do Sul, enquanto os locais com teores de Pb acima de 0,6 mg/kg-1 concentram-se no estado do Paraná

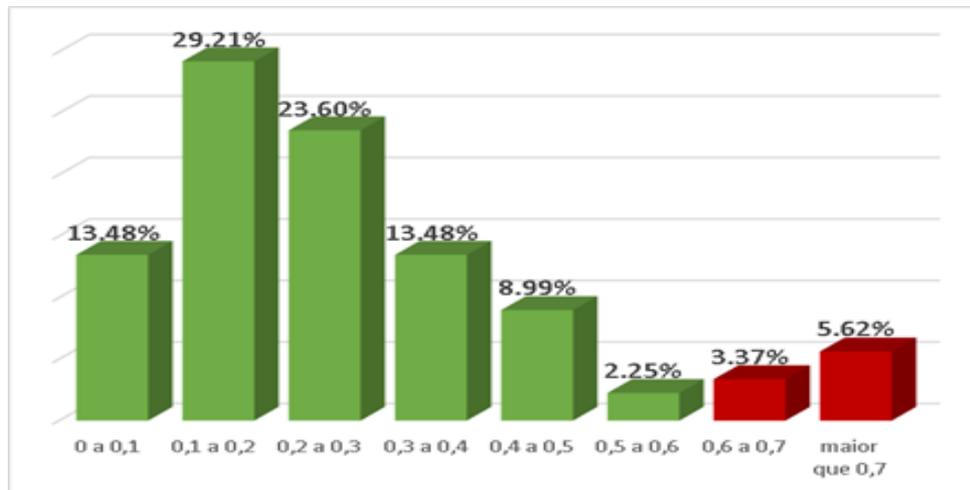
# Resultados

A



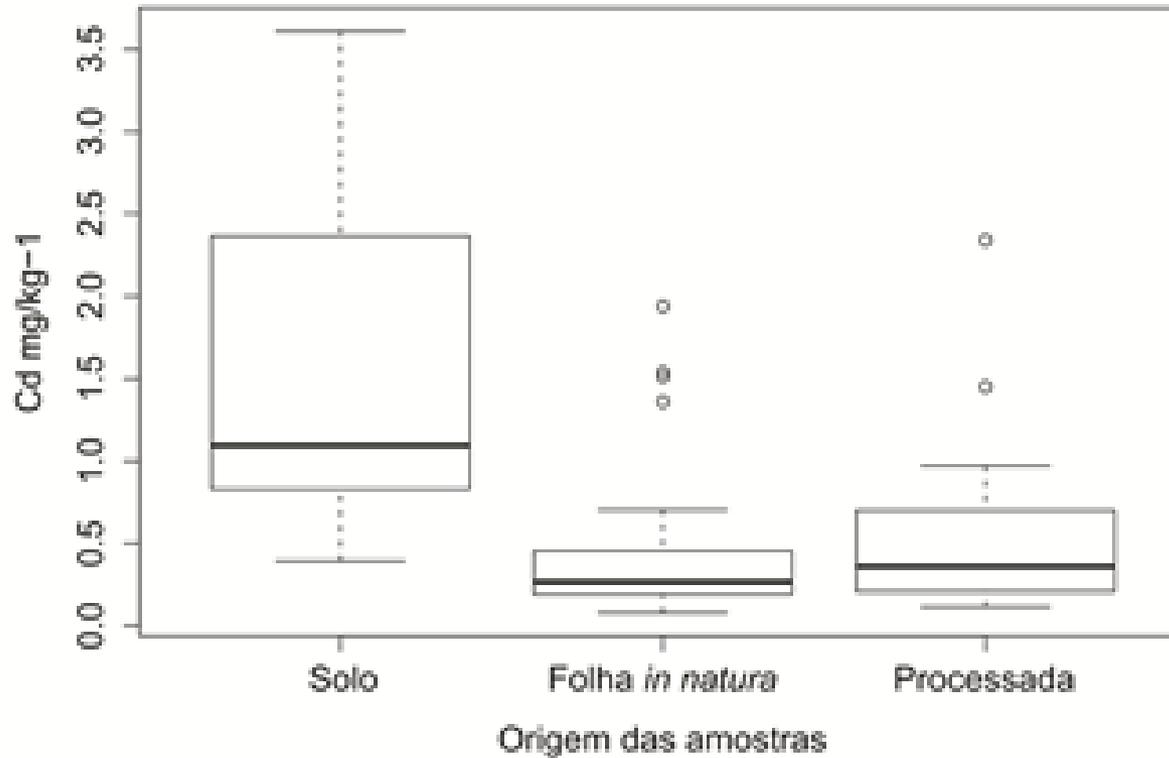
**FIG. A** - Variação dos percentuais de amostras em relação os teores de Cádmio (mg/kg-1) em folha in natura. Em verde, percentual de amostras dentro dos teores máximos retificados e em vermelho percentual de amostras acima dos teores máximos retificados.

B



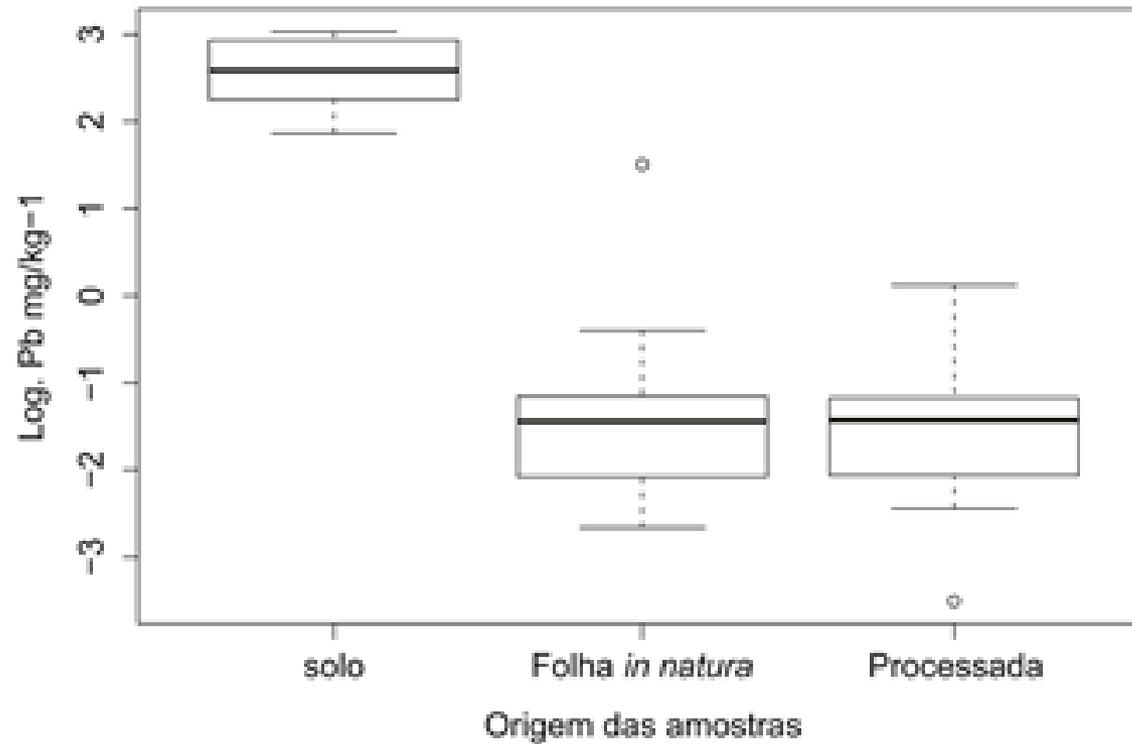
**FIG. B** - Percentual de amostras em relação os teores de Chumbo (mg/kg-1) em folha in natura. Em verde, percentual de amostras dentro dos teores máximos retificados e em vermelho percentual de amostras acima dos teores máximos retificados.

# Resultados



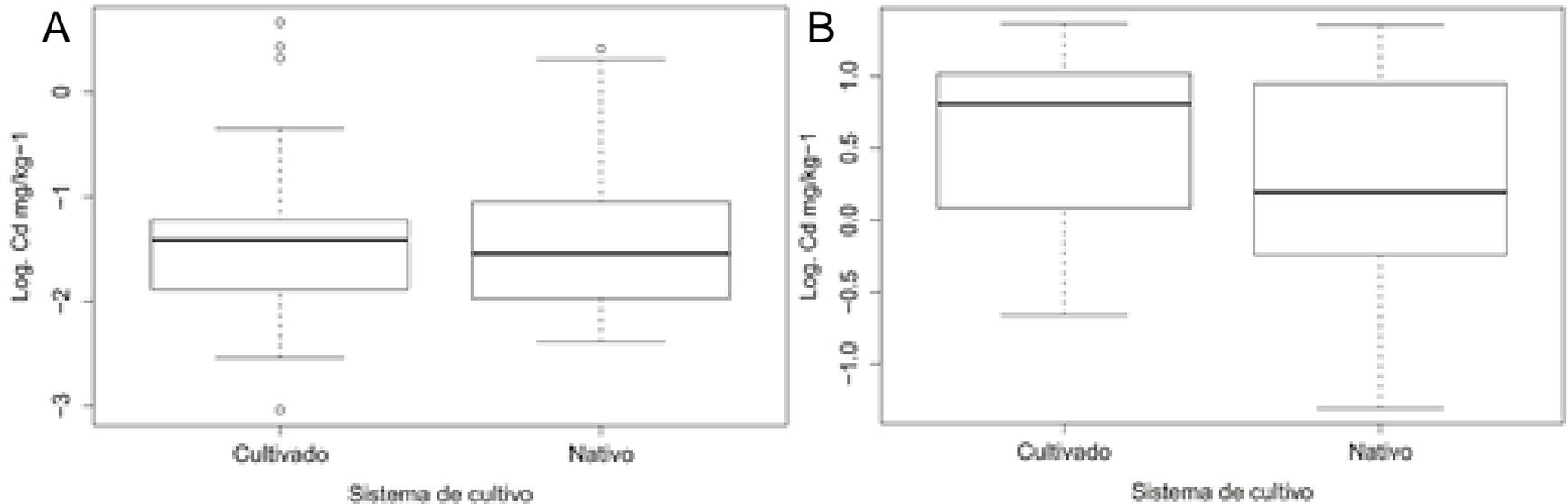
Comparação dos teores médios de Cd em relação a origem das amostras.

# Resultados



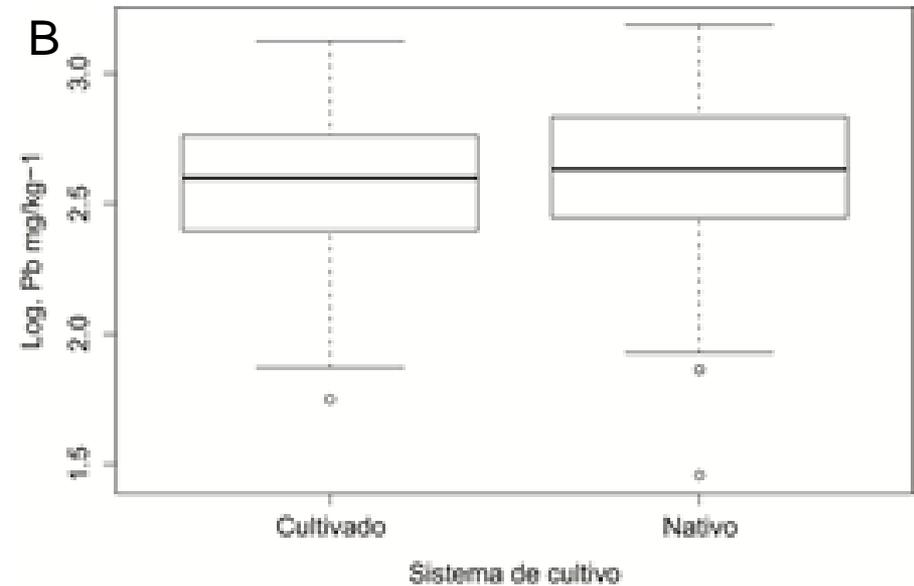
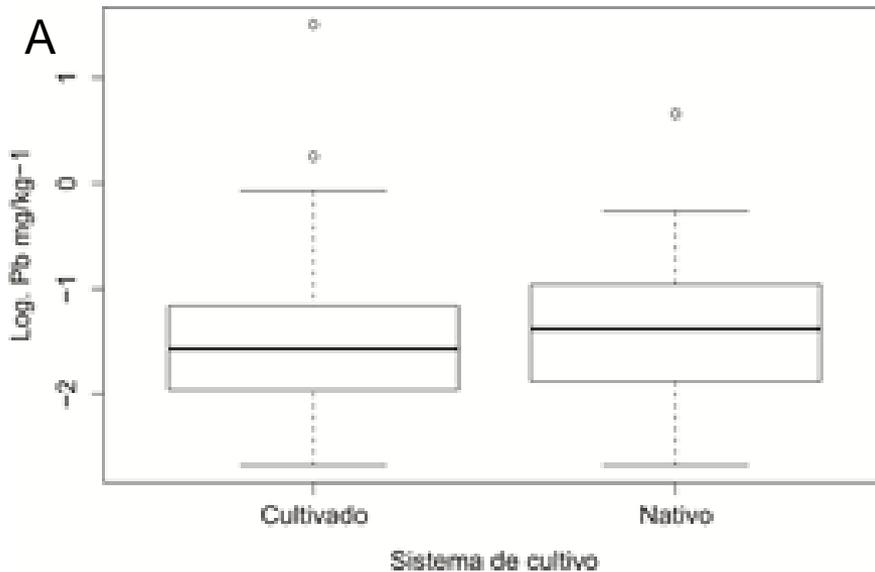
Comparação dos teores médios de Pb em relação a origem das amostras.

# Resultados



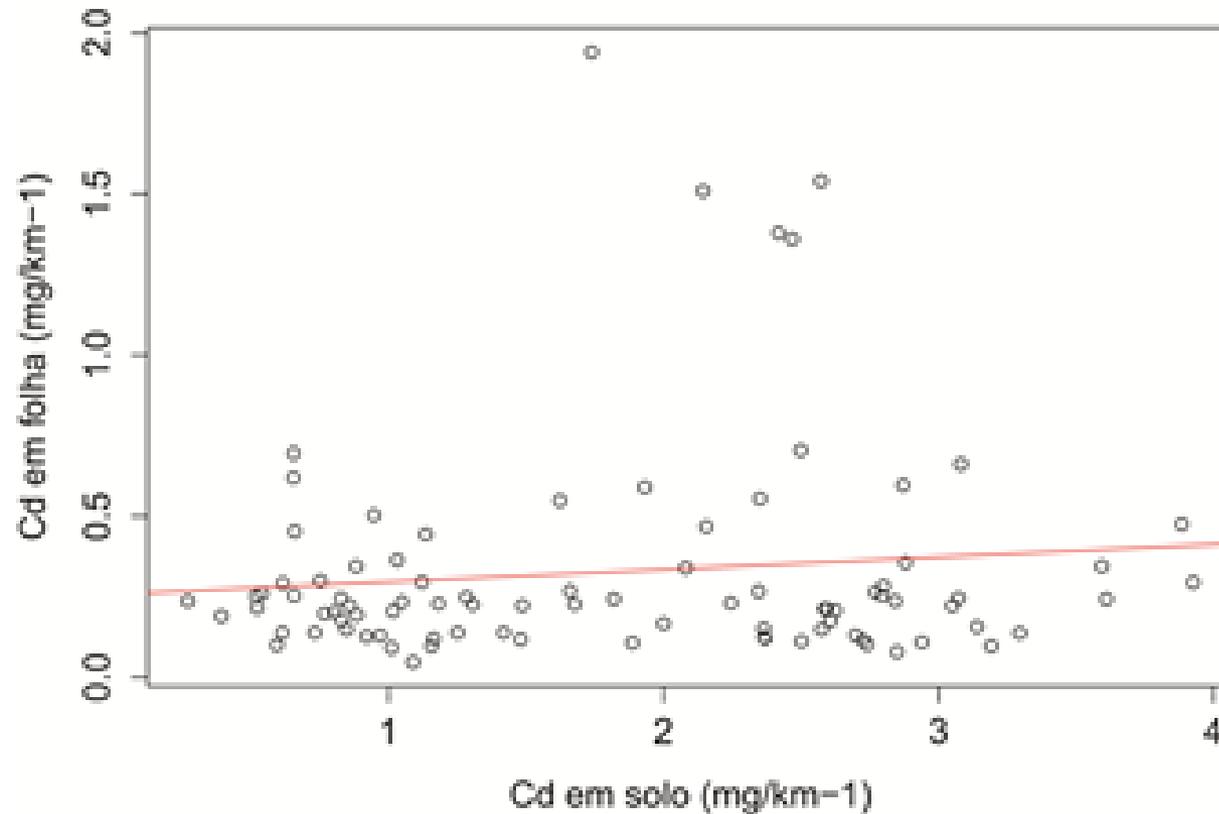
Comparação dos teores médios de Cd em relação ao sistema de cultivo. Em **A**, comparação entre os teores de Cd em folha in natura; em **B**, comparação entre os teores de Cd de solo.

# Resultados



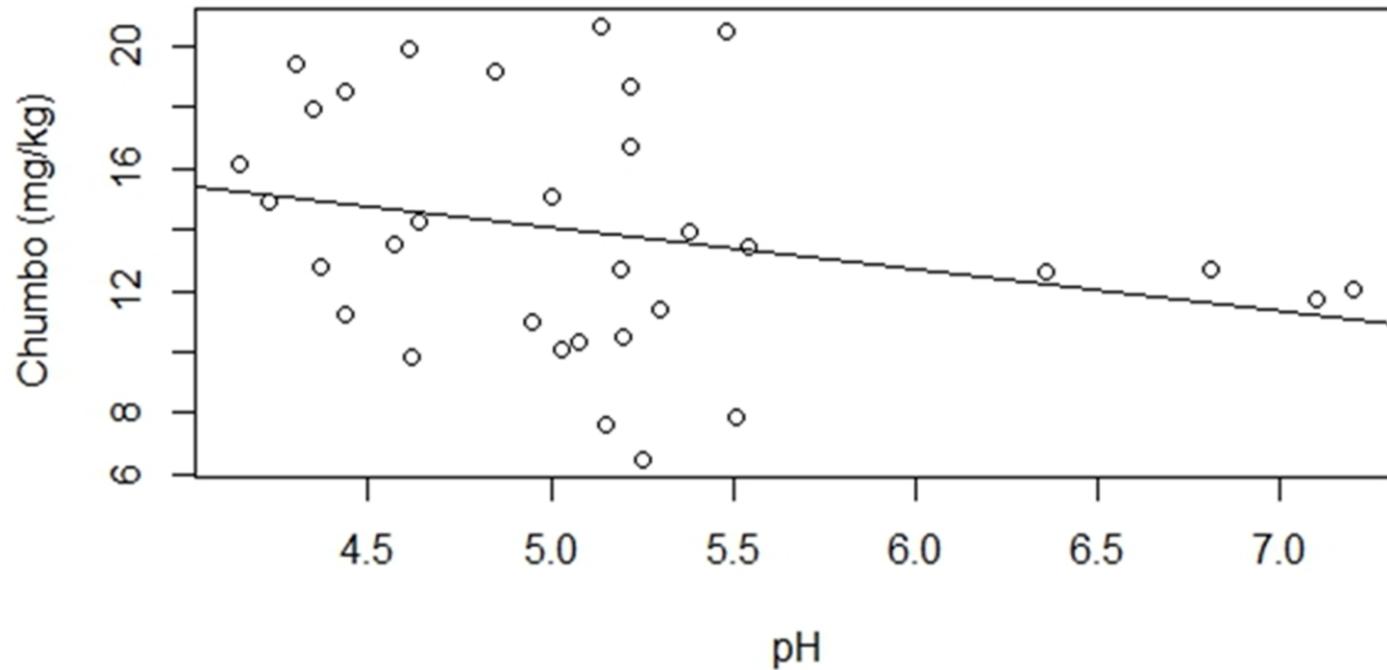
Comparação dos teores médios de Pb em relação ao sistema de cultivo. Em **A**, comparação entre os teores de Pb em folha in natura; em **B**, comparação entre os teores de Pb de solo.

## Resultados



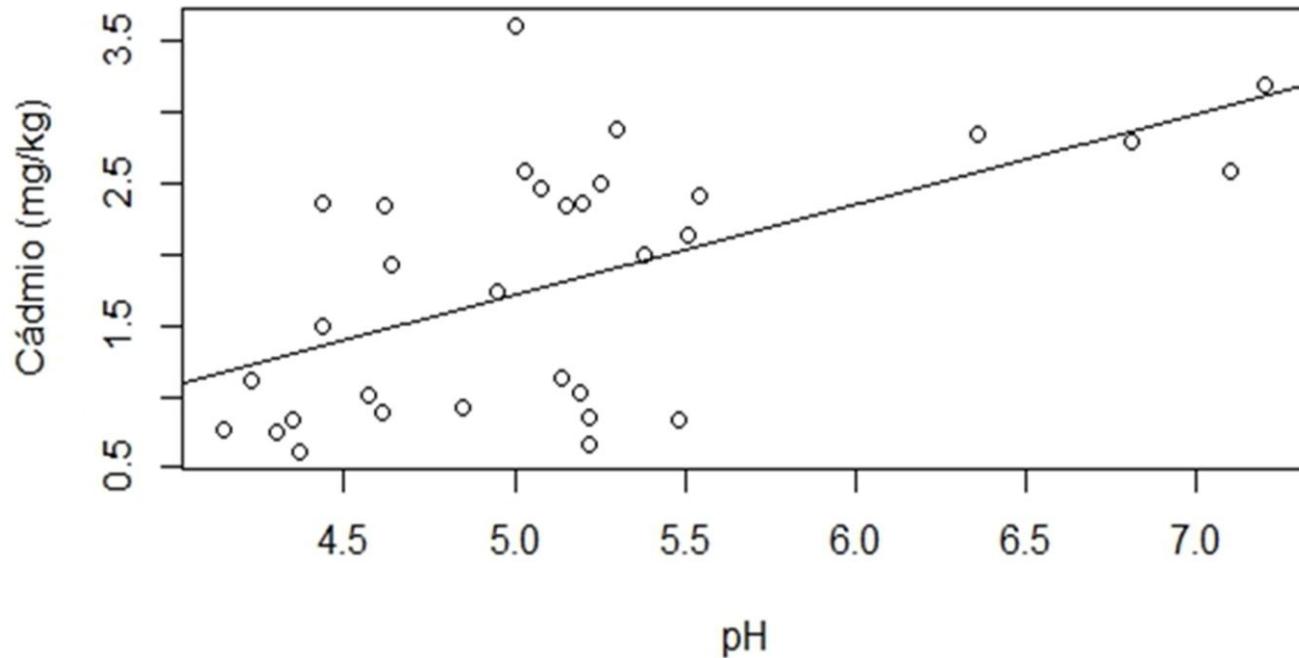
Correlação dos teores médios de Cádmiu em solo com os teores em folha in natura.

# Resultados



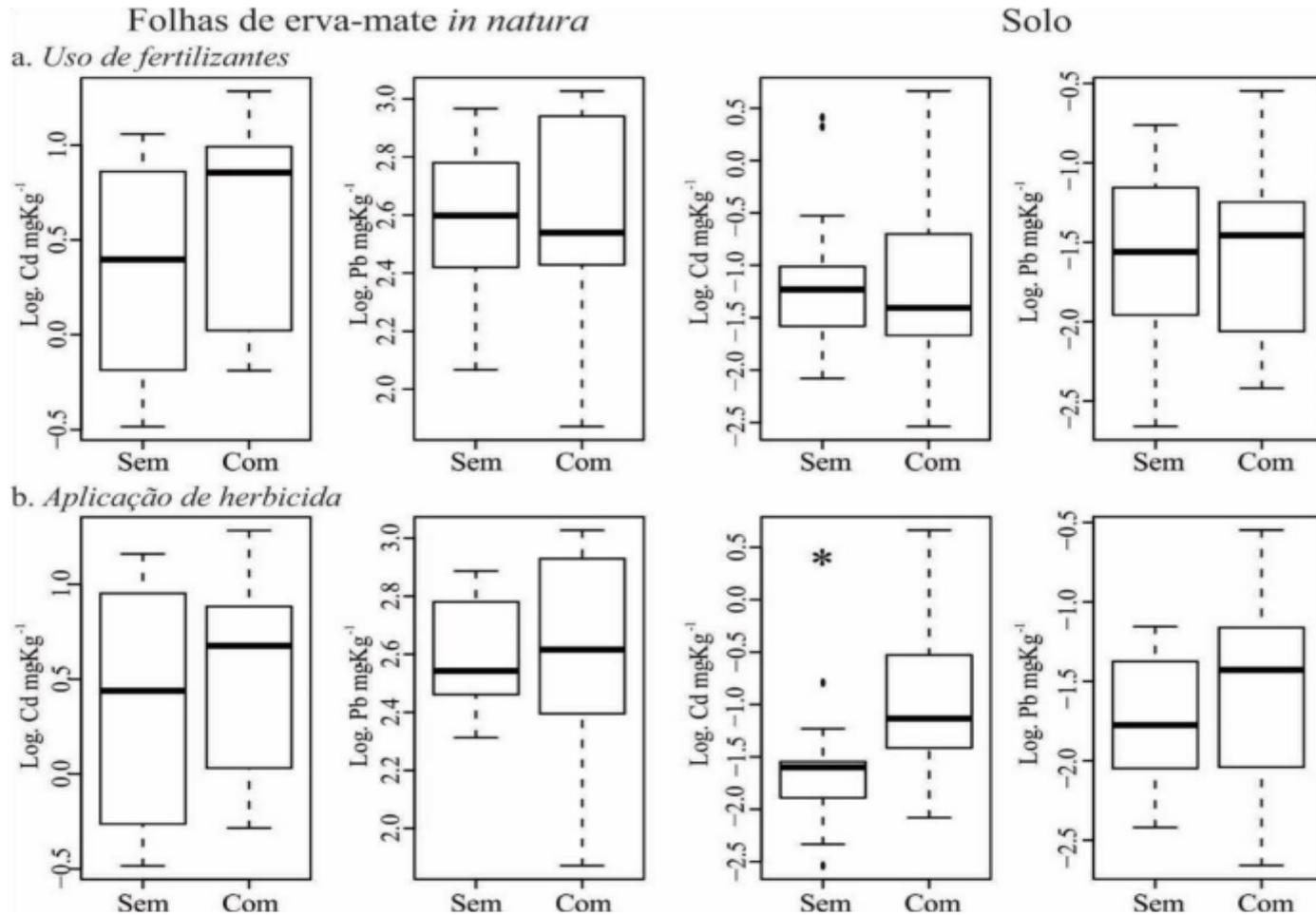
Regressão linear de Pb (mg/kg) em solo comparados a diferentes valores de pH de solo.

# Resultados



Regressão linear de Cd (mg/kg) em solo comparados a diferentes valores de pH de solo.

# Resultados



**Figura 1.** Teores de Cd e Pb em solo e folhas de erva-mate *in natura* em relação ao uso de fertilizantes e a aplicação de herbicida, do estado do Rio Grande do Sul. (\*)  $p < 0.01$  considerando ANOVA *two way*, seguida de teste Tukey.

# Conclusão

- Constata-se que os teores de Cd e Pb de folhas in natura em determinadas regiões, estão acima dos teores máximos retificados pela legislação.
- Constata-se que o Cd e o Pb são transferidos naturalmente do solo para as folhas in natura, e seus índices não são alterados industrialmente.
- Verifica-se que os teores de Cd no solo não estão diretamente relacionados com os teores de Cd nas folhas in natura.
- Verificou-se que tanto folhas de erva mate in natura oriundas de florestas ou de cultivos homogêneos não diferem-se estatisticamente nos seus teores de Cd e Pb.
- Para as folhas de erva-mate in natura, não foi encontrado diferença significativa nos teores de Cd e Pb para o uso de fertilizantes ( $F(1,30) = 0,00$ ;  $p = 0,98$ ;  $F(1,30) = 0,07$ ;  $p = 0,79$ ; para Cd e Pb respectivamente). Contudo, a aplicação de herbicida não mostrou efeito em relação aos conteúdos de Pb ( $F(1,30) = 1,54$ ;  $p = 0,22$ ), enquanto que o conteúdo de Cd foi afetado por esta variável ( $F(1,30) = 13,08$ ;  $p < 0,01$ ).

# Bibliografia

- BERNHOFT, R. A. Cadmium toxicity and treatment. *The Scientific World Journal*, v. 2013, p. 1-7, 2013.
- BILLE, L., et al. Lead, mercury and cadmium levels in edible marine molluscs and echinoderms from the Veneto Region (North-Western Adriatic Sea e Italy). *Food Control*, v. 50, p. 362-370, 2015.
- BIZARRO, V. G.; MEURER, E. J.; TATSCH, R. P. Cadmium contents of phosphate fertilizers marketed in Brazil. *Ciência Rural*, v. 38, p. 247-250, 2008.
- BORGES, A.C.P. (2015). Análise de biomarcadores de estresse oxidativo em *Aegla spp* (Crustacea Anomura) no monitoramento de ambientes aquáticos. 48p. Dissertação. Mestrado em Ecologia. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Erechim. 2015.
- BRASIL. Farmacopéia Brasileira. 5.ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. 546 p.
- BRASIL. ANVISA. Resolução - RDC Nº 42, de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. Nº 168 – DOU – 30/08/13 – secção 1 – p.33.
- CAMPOS, M. L. et al. Determination of cadmium, copper, chromium, nickel, lead and zinc in rock phosphates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, p. 361-367, 2005.
- CHABUKDHARA, M.; NEMA A. K. Assessment of heavy metal contamination in Hindon River sediments: a chemometric and geochemical approach. *Chemosphere*, v. 87, p. 945-53, 2012.
- CHABUKDHARA, M.; NEMA, A. K.; GUPTA, S. K. Metal contamination in market based vegetables in an industrial region, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 89, p. 129-132, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p
- FANG, B.; ZHU, X. High content of five heavy metals in four fruits: Evidence from a case study of Pujiang County, Zhejiang Province, China. *Food Control*, v. 39, p. 62-67, 2014.
- FOWLER, B. A.; ALEXANDER, J.; OSKARSSON, A. Toxic Metals. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M. Handbook on the toxicology of metals. General considerations. v.1. 4th ed. Elsevier. 2014.

# Bibliografia

- FREITAS, E. V. S. et al. Cadmium and lead availability to corn in soil amended with phosphorus fertilizers. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 33, p. 1899-1907, 2009.
- GUPTA, D. K. et al. Role of phosphate fertilizers in heavy metal uptake and detoxification of toxic metals. *Chemosphere*, v. 108, p. 134–144, 2014.
- HAO, D. et al. Research progress in the phytochemistry and biology of Ilex pharmaceutical resources *Acta Pharmaceutica Sinica B*, v. 3, p. 8-19, 2013.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, 4.ed., 2005.
- JARUP, L. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, v. 68, p. 167–182, 2003.
- JIAO, W. et al. Environmental risks of trace elements associated with long-term phosphate fertilizers applications: a review. *Environmental Pollution*, v. 168, p. 44-53, 2012.
- MAR, S. S.; OKAZAKI, M. Investigation of Cd contents in several phosphate rocks used for the production of fertilizer. *Microchemical Journal*, v. 104, p.17–21, 2012.
- NIKINMAA, N. An introduction to aquatic toxicology. Elsevier 2014, 240 p.
- NOEL, L. et al. Distribution and relationships of As, Cd, Pb and Hg in freshwater fish from five French fishing areas. *Chemosphere*, v. 90, p. 1900–1910, 2013.
- SABIHA-JAVIED, T. et al. Irfan. Heavy metal pollution from phosphate rock used for the production of fertilizer in Pakistan. *Microchemical, Journal*, v. 91, p. 94–99, 2009.
- SIX, L.; SMOLDERS, E. Future trends in soil cadmium concentration under current cadmium fluxes to European agricultural soils. *Science of The Total Environment*, v. 109, 485–486, p. 319–328, 2014.
- TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, London, v. 418, n. 6898, p. 671-677, Aug. 2002.