

**Teores de cobre em diferentes camadas do solo e posições do relevo em uma propriedade vinícola em Santana do Livramento, RS****Copper contents in different soil layers and relief positions on a vineyard property in Santana do Livramento**

DOI:10.34117/bjdv6n2-295

Recebimento dos originais: 30/12/2019

Aceitação para publicação: 27/02/2020

**Gustavo Krüger Gonçalves**

Docente de agronomia na universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Instituição: universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana do Livramento-RS Brasil

E-mail: gustavokguergs@gmail.com

**Thanise Pereira Bandeira**

Especialista em desenvolvimento territorial e agroecologia pela universidade estadual do Rio Grande do Sul

Instituição: universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana do Livramento-RS, Brasil

E-mail: thanisebandeira@hotmail.com

**Vitor Birck**

Agrônomo pela universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Instituição: universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana do Livramento-RS, Brasil

Email: vitorbirck@hotmail.com

**Angelica Maria Gambin**

Discente de agronomia na universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Instituição: universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana do Livramento-RS, Brasil

Email: angelicagambin@gamil.com

**Francielly Baroni Mendes**

Agrônoma pela universidade estadual do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Instituição: universidade estadual do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-RS, Brasil

Email: francielly\_baroni@hotmail.com

**Jonathan Ernesto Da Costa Sarturi**

Agrônomo pela universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)  
Instituição: universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana do Livramento-RS, Brasil  
Email: jsarturi94@hotmail.com

**Emilio Mateus Schüller**

Agrônomo pela universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)  
Instituição: universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-RS, Brasil  
Email: emilioschuller@gmail.com

**Meline Schüller**

Discente de agronomia na universidade estadual do Rio Grande Do Sul (UERGS)  
Instituição: universidade estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-RS, Brasil  
Email: melineschullermoto@gmail.com

**RESUMO**

A utilização de fungicidas cúpricos em vinhedos na Campanha Gaúcha do RS pode causar a contaminação dos solos e da água. Os vinhedos são cultivados em diferentes posições do relevo (interflúvio e várzea). Esses locais influenciam diretamente na relação da quantidade de água infiltrada e escoada, as quais poderão influenciar nos deslocamentos do cobre no perfil do solo ou na superfície do solo. Em função do exposto, o trabalho foi realizado objetivando avaliar o levantamento dos teores de cobre em diferentes camadas do solo e posições de relevo em uma propriedade vinícola. Os resultados obtidos demonstram que ocorreu um acúmulo maior de cobre na camada superficial da posição do interflúvio e uma distribuição equitativa do cobre no perfil do solo na posição da várzea. Conclui-se que os teores de cobre no solo são influenciados pelos teores de matéria orgânica do solo e pela posição do relevo.

**Palavras-chave:** fungicidas, matéria orgânica, contaminação

**ABSTRACT**

The use of copper fungicides in vineyards in the Campanha Gaúcha do RS can cause contamination of soils and water. The vineyards are cultivated in different relief positions (interfluve e floodpains). These sites directly influence the relationship between the quantity of infiltrated and drained water, which may influence the displacement of copper in the soil profile or in the soil surface. The work was carried out with the objective of evaluating the copper contents in different layers of soil and relief positions in a wine estate. The results show that there was a greater accumulation of copper in the surface layer of the interfluve position and an even distribution of the copper in the soil profile in the floodplains. It is concluded that

the copper content in the soil is influenced by the organic matter content of the soil and by the position of the relief.

**Keywords:** fungicides, organic matter, contamination

## 1 INTRODUÇÃO

O município de Santana do Livramento situado na Região da Campanha do Rio Grande do Sul (RS) é reconhecido como produtor de uvas finas de excelente qualidade, possuindo características climáticas melhores do que a região da Serra Gaúcha. Dentre essas características, destaca-se o clima mais seco no verão, com dias longos e com alta insolação (MARTINS et al., 2007; AMARAL et al., 2009).

Apesar das condições climáticas favoráveis é comum a ocorrência de algumas doenças fúngicas, como o míldio com maior frequência. Em função disso, a aplicação de calda bordalesa e fungicidas inorgânicos a base de cobre na vitivinicultura é utilizada há muitos anos na Serra e na Campanha Gaúcha, sendo uma das principais práticas fitossanitárias adotadas neste cultivo para prevenção e correção de doenças fúngicas (MIRLEAN et al., 2007).

As aplicações frequentes de fungicidas cúpricos, aproximadamente, 30 kg de cobre ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, aumentaram o teor do elemento na superfície do solo em alguns locais da Serra Gaúcha, ultrapassando o teor crítico no solo de 0,40 mg L<sup>-1</sup> (CQFS RS/SC, 2016) e a capacidade máxima de adsorção de solos, podendo ocasionar toxidez de cobre as plantas e também lixiviação de cobre para os mananciais hídricos (CASALI et al., 2008; MIRLEAN et al., 2007). Este acúmulo também tem sido observado em outros países, como na França onde a aplicação em longo prazo de fungicidas cúpricos, para controle de míldio da videira (*Plasmopara viticola*), resultou em aumento da concentração de cobre no solo na ordem de 100 a 1500 mg kg<sup>-1</sup> (FLORES-VELEZ et al., 1996).

A ocorrência natural do cobre no solo depende, principalmente, do intemperismo e do material de origem; porém a sua concentração no solo depende do teor e da composição da fração argila, do teor de matéria orgânica do solo (MOS) e das condições físico-químicas (FERNANDEZ-CAVINO, 2008).

A origem antropogênica de metais pesados no solo está relacionada à deposição atmosférica, uso de insumos agrícolas e à utilização para descarte de lodos de tratamento de esgoto industrial e urbano, compostos de lixo, esterco de animais e resíduos industriais (McBRIDE, 2004). No caso específico da utilização antropogênica do cobre está relacionada

a sua finalidade de utilização, seja como micronutriente essencial as plantas ou como fungicida.

O cobre no solo, como outros metais, é retido por ligações covalentes e sua labilidade é dependente do ligante, com destaque para matéria orgânica do solo (MOS) e óxidos, e da condição geoquímica, especialmente o pH, que definem a energia da ligação (KARATHANASIS, 1999). A concentração do cobre na solução do solo é bem maior quando comparada com os outros metais, possivelmente porque os íons de cobre formam compostos solúveis quando interagem com ligantes presentes na solução do solo, como por exemplo, ácidos orgânicos exsudados pelas plantas (MEURER, 2006).

A adsorção do cobre ocorre primeiro nos sítios de ligação mais ávidos e, em seguida, o cobre remanescente é redistribuído em frações que são retidas com menor energia, consequentemente, de maior disponibilidade. Estas podem ser transferidas, via sedimento e/ou solução do solo, para águas superficiais e/ou subterrâneas e causar toxidez às plantas (PANOU-FILOTHEOU et al., 2001).

A MOS acumulada, principalmente nas camadas mais superficiais do solo, é a principal responsável pela retenção de metais, tanto na fase líquida como na fase sólida. Arend (2010) quantificou que maioria do cobre adicionado através da calda bordalesa na região serrana do RS está associada à MOS e, portanto, concentrado na camada superficial do solo (0-20cm).

Além da interação com a MOS, o cobre pode ser adsorvido por outros constituintes do solo, como os argilominerais, óxidos de ferro e manganês e fosfatos, carbonatos e hidróxidos. Desta forma em solos com baixos teores de MOS, o cobre pode ser preferencialmente retido pelos argilominerais, acumulando-se numa profundidade mais inferior do solo.

A capacidade de adsorção depende da afinidade entre os íons metálicos e os argilominerais (SPARKS, 2005). Estudos realizados por Covelo et al. (2007) com diferentes metais (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn), mostraram que a caulinita, um mineral 1:1, adsorve preferencialmente cromo, enquanto que minerais 2:1 como a vermiculita interagem prioritariamente com cobre e zinco. A afinidade do cobre pelos minerais do tipo 2:1 foi observada por Rybicka et al. (1995) que verificaram que a illita e montemorilonita podem adsorver até 80% do cobre solúvel.

A disponibilidade do cobre também está relacionada aos carbonatos, que no caso de solos gaúchos são provenientes do material de origem (dolomita, calcita) e ou do calcário usado na correção do solo. Os carbonatos presentes em solos básicos interagem com o metal

via adsorção específica ou formação de precipitados diminuindo a concentração do metal na solução do solo (MARTINEZ; MOTTO, 2000; KOMÁREK et al., 2009). Entretanto, essa condição somente deve ocorrer quando a quantidade aplicada de calcário for superior à recomendada, resultando em solos com pH mais elevados que os indicados para as culturas de videira (CQFS-RS/SC, 2016).

Em Santana do Livramento, as videiras ocupam as posições do interflúvio, encosta e várzeas do relevo. Essas posições do relevo influenciam diretamente na relação da quantidade de água infiltrada e escorrida, as quais poderão influenciar nos deslocamentos do cobre no perfil do solo ou na superfície do solo. Em função do exposto, foi realizado um trabalho em uma propriedade produtora de uvas com o objetivo de avaliar os teores de cobres em diferentes camadas do solo e posições do relevo.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em uma propriedade produtora de uvas na região de Palomas em Santana do Livramento-RS. O histórico desta propriedade informa que o cultivo de videiras na área experimental ocorre há 18 anos, sendo comum a aplicação de fungicidas cúpricos desde a implantação do vinhedo.

Segundo a classificação de Köppen (1931), o clima predominante na região da Campanha é o Cfa. Convencionalmente é descrito como um clima subtropical úmido com verão quente.

O delineamento utilizado no experimento foi o completamente ao acaso, com quatro repetições. O experimento fatorial 2x2, consistiu de duas posições do relevo (Interflúvio e Várzea) e duas camadas de profundidade do solo (0-20 cm; 20-40cm).

As parcelas experimentais foram constituídas por glebas de 20 cm de largura e 40 m de comprimento, totalizando cinco glebas em cada posição do relevo.

A posição do relevo foi definida em função da declividade do terreno, sendo a posição do interflúvio caracterizada com uma inclinação de 10 a 15 graus e a posição da várzea caracterizada com uma inclinação de 0 a 5 graus.

A obtenção da amostra completa de cada gleba nas diferentes profundidades foi obtida pela amostragem de 20 subamostras com a utilização de um trado de rosca. Posteriormente, as amostras foram enviadas para serem analisadas no Laboratório de Solos.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as diferenças observadas entre os tratamentos foram comparadas pela comparação de médias através do teste de Duncan a 5%.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Analisando o teor de cobre de cada profundidade do solo em diferentes posições do relevo (Tabela 1), observou-se que: a) na profundidade de 0-20 cm, o teor de cobre foi maior na posição do interflúvio do que na várzea. Isso se deve ao maior teor de matéria orgânica acumulada no interflúvio, resultado em maior adsorção de cobre quando comparada a várzea. b) na profundidade de 20-40 cm, o teor de cobre foi maior na posição da várzea, devido a maior saturação de água nesta posição, o que aumentou o deslocamento de cobre para as camadas inferiores resultando num maior acúmulo de cobre na profundidade de 20-40 cm. Segundo VAHL (1999), a alteração do lençol freático nas áreas de várzeas, promovem o deslocamento de nutrientes para as camadas mais profundas do solo, incluindo-se a saída do solo para outras fontes de água. PANOU-FILOTHEOU et al. (2001) relatam que o cobre pode ser transferido, via sedimento ou solução do solo, para águas superficiais e/ou subsuperficiais.

A contaminação de cobre no solo e nas águas podem provocar toxidez as plantas e aos animais. Além da toxidez de cobre na videira, as plantas de cobertura (aveia preta, azevém, trevo branco) presentes nas entre linhas das videiras poderão ficar suscetíveis ao excesso de cobre no solo (GUIMARAES et al., 2016). Em relação a intoxicação de cobre nos animais, tem sido constatada pelo consumo de pastagem nativa ou exótica pelos ovinos. Os ruminantes, especialmente os ovinos, são bastante sensíveis à intoxicação cúprica, pois a margem de segurança entre níveis normais e potencialmente tóxicos é muito pequena (ROSA; GOMES, 1982). Os sinais clínicos no quadro agudo são a apatia, anorexia, isolamento do rebanho, fraqueza, dor abdominal, diarreia, icterícia, hemoglobinúria e a morte em mais de 75% dos casos (BORGES, 2002; CARLSON, 2006; MÉNDEZ; RIET-CORREA, 2007).

Tabela 1. Teor de cobre em diferentes camadas do solo e posições do relevo.

Profundidade do solo	Interflúvio	Várzea
	----- Cu, mg kg <sup>-1</sup> -----	
0-20 cm	6,5 Aa	3,7 Ab
20-40 cm	2,1 Bb	3,7 Aa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (Duncan, 5%).

Analisando o comportamento de cada posição do relevo em diferentes profundidades (Tabela 1), observou-se que: a) na posição do interflúvio, o teor de cobre foi maior na camada de 0-20 cm quando comparada a camada de 20-40 cm. Isso se deve ao maior acúmulo de matéria orgânica na camada de 0-20 quando comparada a camada de 20-40 cm (Tabela 2), o qual é o principal componente da fase sólida responsável pela adsorção de cobre no solo. Resultados semelhantes foram obtidos por AREND (2010) e NOGUEIROL et al. (2005) os quais quantificaram que maioria do cobre adicionado através da adição de fungicidas químicos na região serrana do RS está associada à matéria orgânica do solo (MOS) e portanto concentrado na camada superficial do solo (0-20cm); b) na posição da várzea, não houve diferença do teor de cobre entre as camadas do solo. Isso pode ser atribuída provavelmente ao maior teor de umidade do solo nesta posição da paisagem, o que pode ter contribuído para um deslocamento do cobre no perfil do solo, podendo ter ocasionado a saída deste elemento para o lençol freático.

Tabela 2. Teor de matéria orgânica em diferentes camadas do solo e posições do relevo.

Profundidade do solo	Interflúvio	Várzea
	----- m.o. (%) -----	
0-20 cm	0,9 Aa	0,5 Ab
20-40 cm	0,3 Ba	0,5 Aa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (Duncan, 5%).

Independentemente da posição do relevo e da camada amostrada, os teores de cobre amostrados são superiores ao nível crítico de cobre (0,4 mg Kg<sup>-1</sup>) nos solos do Rio Grande do Sul (CQFS RS/SC 2016). Para reduzir os níveis de cobre no solo é recomendável a utilização

da fitorremediação, além do aumento do teor de matéria orgânica do solo e a utilização da calagem.

A fitorremediação é um processo de biorremediação que utiliza plantas para remover metais pesados do ambiente pela absorção, acumulação ou transformação do metal em sua biomassa vegetal, sendo uma ferramenta que pode ser usada para a remediação de áreas contaminadas com metais pesados. Algumas espécies vegetais são mais resistentes e podem ter uma maior capacidade de extração de metais pesados como o cobre, quando em comparação a outras espécies (ANDREAZZA et al., 2013). Uma planta com alta capacidade de extração de cobre é a *Elsholtzia splendens* Nakai ex F.Maek., pois reduziu em 30% a quantidade de cobre na rizosfera em comparação aos teores iniciais do solo contaminado, associado a uma grande produção de fitomassa neste ambiente (JIANG et al., 2004).

O incremento de matéria orgânica do solo associado a calagem em solos contaminados por cobre aumentam a capacidade de adsorção de cobre pelas cargas negativas do solo, reduzindo a concentração de cobre na solução do solo (COMIN et al. 2018).

#### **4 CONCLUSÃO**

Na posição do interflúvio, ocorreu maior concentração de cobre na camada de 0-20 cm.

Na posição da várzea, os teores de cobre foram semelhantes nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm.

#### **REFERÊNCIAS**

ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F.A.de O.; ANTONIOLLI, Z.I.; SILVEIRA, M.; BARCELOS, A.A. Bioremediação de áreas contaminadas por cobre. *Revista de Ciências Agrárias*, v.36, n.2, p. 127-136, 2013.

AMARAL, U. do; MARTINS, C. R.; FILHO, R. C.; BRIXNER, F. G.; BINI, D. A. Caracterização fenológica e produtiva de videiras *Vitis vinifera* L. cultivadas em Uruguaiana e Quaraí/RS. *Revista da FZVA, Uruguaiana*, v.16, n.1, p. 22-31, 2009.

AREND, K. Substâncias húmicas e formas de cobre em solos em área de videira. 2010. 115f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2010.



BORGES, A. S. Avaliação clínica e diagnósticos diferenciais em ovinos com icterícia e mortalidade. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, 6. Anais... p.51-58, 2002.

CARLSON, G. P. Moléstias dos sistemas hematopoético e hemolinfático. In: SMITH, B. P. Medicina interna de grandes animais. 3.ed. Barueri: Manole, 2006, cap.35, p.1061-1062.

CASALI, C.A.; MOTERLE, D.F.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G.; CORCINI, A.L.M.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.B. Copper forms and desorption in soils under grapevine in the Serra Gaúcha of Rio Grande Do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.1479-1487, 2008.

COMIN, J.J.; AMBROSINI, V.G.; ROSA, D.J.; BASSO, A.; LOSS, A.; MELO, W.B.; LOVATO, P.E.; LOURENZI, C.R.; RICACHENEVSKY, F.K. BRUNETTO, G. Liming as a means of reducing copper toxicity in black oats, Ciência Rural, v.48, n.4, 2018.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul. Porto Alegre, 2016. 376p.

COVELO, E.F.; VEGA, F.A.; ANDRADE, M.L. Competitive sorption and desorption of heavy metals by individual soil components. Journal of Hazardous Materials, n. 140, p. 308-315, 2007.

FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D., PATEIRO-MOURE, M., LÓPEZ-PERIAGO, ARIAS, E., ESTÈVES, M. Copper distribution and acid-base mobilization in vineyard soils and sediments from Galicia. European Journal Soil Science, v.59, p.315-326, 2008.

FLORES-VELES, L.M., DUCAROIR, J., JAUNET, A., ROBERTO, M. 1996. Study of the distribution of copper in an acid sandy vineyard soil by three different methods. European Journal Soil Science, v.47, p. 523–532, 1996.

GUIMARÃES, P. R., et al. Black oat (*Avena strigosa* Schreb.) growth and root anatomical changes in sandy soil with different copper and phosphorus concentrations. Water, Air, & Soil Pollution, v. 227, n. 6, p. 1-10, 2016.

JIANG, L.Y.; YANG, X.E.; HE, Z.L. Growth response and phytoextraction of copper at different levels in soils by *Elsholtzia splendens*. Chemosphere, v.55, n.9, p.1179-1187, 2004.

KOMÁREK, M. et al. Retention of copper originating from different fungicides in contrasting soil types. *Journal of Hazardous Materials*, v. 166, p. 1395-1402, 2009.

KÖPPEN, 1931. *Climatologia*. México, Fundo de Cultura Econômica.

KARATHANASIS, A.D. Subsurface migration of copper and zinc mediated by soil colloids. *Soil Science Society American Journal*, v.63, p. 830-838, 1999.

McBride, M.B. *Environmental chemistry of soils*. Oxford University Press, New York. 1994. 416p.

MARTÍNEZ, C.E.; MOTTO, H. L. Solubility of lead, zinc and copper added to mineral soils. *Environmental Pollution*, v. 107, p. 153-158, 2000.

MARTINS, C. R.; AMARAL, U.; BRIXNER, G. F.; FARIAS, R. M.; TAYLOR, G. Vitivinicultura no Bioma Pampa. IN: X Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, 10., 2007, Fraiburgo, SC. Anais do..., Caçador: Epagri, vol 1 (Palestras) 2007. 303p.

MÉNDEZ, M.C; RIET-CORREA, F. Intoxicação por cobre. In: RIET-CORREA, F. et al. *Doenças de ruminantes e equinos*. 3.ed., São Paulo: Varela, 2007, Cap.1, v.2, p. 62-69.

MEURER, E. J. *Fundamentos de Química do Solo*. 3ed. Editor. Porto Alegre: Gênese, 2006. 290p.

MIRLEAN, N.; ROISENBERG, A.; CHIES, J. O. Metal contamination of vineyard soils in wet subtropics (Southern Brazil). *Environmental Pollution*, v. 149, p. 10-17, 2007.

NOGUEIROL, R.C.; NACHTIGALL, G.R.; ALLEONI, L.R.F. Distribuição dos teores de cobre em profundidade em diferentes tipos de solos com vinhedos no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. Anais. Recife: SBCS, 2005. 1 CD-ROM.

PANOU-FILOTHEOU, H.; BOSABALIDIS, A.M. & KARATAGLIS, S. Effects of copper toxicity on leaves of oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*). *Annual Botanic*, v. 88, p. 207-214, 2001.

ROSA, I. V.; GOMES, R. F. Intoxicação crônica por cobre em ovinos. Embrapa Gado de Corte, COT n.14, Campo Grande/MS, 1982.

RYBICKA, E.H.; CALMANO, W.; BREEGER, A. Heavy metals sorption/desorption on competing clay minerals; an experimental study. *Applied Clay Science*, v. 9, p. 369- 381, 1995.

SPARKS, D.L. *Environmental soil chemistry*. San Diego: Academic Press, 2005. 267p.

VAHL, L. C. Fertilidade de solos de várzea. In: GOMES, A. S.; PAULETTO, E. A. (eds.) *Manejo do solo e da água em áreas de várzea*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 119-162.