

# A remediação *in situ* de solos contaminados com metais pesados. Uso de polímeros insolúveis de poliacrilato e de resíduos orgânicos compostados.

Projecto POCI/AMB/57586/2004 financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia através do POCI2010 com fundos do FEDER.

Instituto Superior de Agronomia (ISA) e Escola Superior Agrária de Beja (ESAB)

Responsável: Amarilis de Varennes (ISA)

## Objectivos:

Este projecto destina-se a averiguar dos efeitos no crescimento das plantas e qualidade dos solos de dois métodos de remediação *in situ* de solos contaminados com elementos vestigiais. O primeiro consiste na aplicação de compostos de resíduos sólidos urbanos não separados que, pela sua baixa qualidade, não podem ser aplicados a solos agrícolas, mas que poderão ser usados na recuperação de solos degradados. O segundo consiste na aplicação de polímeros de poliacrilato superabsorventes, capazes de reter água e quelatar catiões metálicos polivalentes.

## Resultados já obtidos:

### Efeito dos polímeros de poliacrilato num solo artificialmente contaminado com vários metais pesados.

Foi feito um ensaio em vasos para investigar se um polímero insolúvel de poliacrilato podia ser usado para remediar um solo arenoso contaminado artificialmente com Cd (30 e 60mg Cd kg<sup>-1</sup> de solo), Ni (50 e 100 mg Ni kg<sup>-1</sup> de solo) ou Zn (150 e 400 mg Zn kg<sup>-1</sup> de solo) ou com os três metais (50 mg Cd, 100 mg Ni e 250 mg Zn kg<sup>-1</sup> de solo). O crescimento de azevém perene foi estimulado no solo com polímero contaminado com o nível mais alto de Ni ou Zn e quando os três elementos estavam presentes simultaneamente. A parte aérea das plantas cultivadas no solo remediado tinha teores dos metais correspondentes a 24 a 67% das concentrações destes metais nas plantas cultivadas no solo não tratado. Como exemplo, representam-se na Figura 1 as concentrações de Cd na planta.

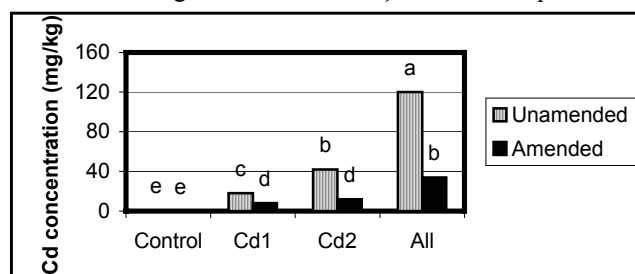


Figura 1. Concentrações de Cd na parte aérea do azevém perene cultivado em solo contaminado com Cd e tratado ou não com polímero de poliacrilato.

No final do ensaio, os teores dos metais, extraíveis com água, no solo remediado eram 8 a 53% dos teores presentes no solo não tratado. A título de exemplo, representa-se na Figura 2 os teores de Cd no solo.

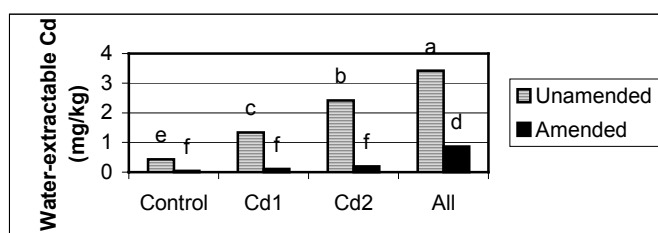


Figura 2. Teores de Cd extraível com água no solo contaminado com Cd e tratado ou não com polímero de poliacrilato.

Conclusões: Os resultados indicam que o solo artificialmente contaminado foi remediado devido à remoção dos metais da solução do solo, por quelatação pelos grupos carboxílicos do polímero.

### Efeito dos polímeros de poliacrilato nas actividades enzimáticas do solo e na fixação biológica do N<sub>2</sub>.

Foi realizado um ensaio em vasos para investigar se um polímero insolúvel de poliacrilato podia ser usado para melhorar a qualidade de um solo de vinha, contaminado com Cu devido à aplicação continuada de fungicidas cúpricos. O crescimento dumaluzerna anual foi estimulado no solo tratado, sendo a acumulação de biomassa três vezes a de plantas cultivadas no solo não tratado. A concentração de Cu nas raízes era 73% do presente nas plantas controlo e a fixação biológica do N<sub>2</sub> aumentou no solo remediado (Tabela 1).

Tabela 1. Biomassa, concentração de Cu e excesso de átomos <sup>15</sup>N em plantas de luzerna anual cultivadas em misturas dum solo contaminado com Cu com um não contaminado.

Treatment		Shoots			Roots	
Contaminated soil (%)	Polymer	Dry weight (g per pot)	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	<sup>15</sup> N atom excess (%)	Dry weight (g per pot)	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )
100	-	4.6±0.3 d	26±1 b	0.27±0.01 a	4.1±0.3 c	979±44 a
100	+	19.1±1.6 b	29±2 b	0.07±0.00 b	7.6±0.9 a	717±48 b
50	-	19.1±0.3 b	36±3 a	0.06±0.00 b	5.5±0.6 b	565±70 c
50	+	22.6±1.4 a	34±3 a	0.06±0.00 b	7.3±0.6 a	380±39 d
25	-	17.6±0.2 b	24±2 b	0.06±0.01 b	4.6±0.7 bc	262±27 e
25	+	19.5±1.4 b	25±4 b	0.06±0.00 b	4.4±0.5 bc	204±27 e
0	-	13.5±0.6 c	12±2 c	0.07±0.01 b	3.1±0.2 c	66±6 f
0	+	17.1±0.8 b	13±2 c	0.06±0.00 b	4.0±0.6 c	59±4 f

Means in a column followed by the same letter are not significantly different as judged by the Newman-Keul's test at a level of 0.05.

As actividades enzimáticas no solo (fosfatase ácida, β-glucosidase, β-galactosidase, urease e celulase) também aumentaram no solo remediado (Tabela 2) e estavam correlacionadas com o crescimento e com a concentração do Cu nas plantas.

Tabela 2. Actividades enzimáticas num solo contaminado com Cu e remediado ou não com um polímero de poliacrilato.

Enzyme	Polymer-amended soil	Unamended soil
Acid phosphatase (μmol <i>p</i> -nitrophenol g <sup>-1</sup> DW soil h <sup>-1</sup> )	3.6±0.3 a	2.1±0.1 b
β-Glucosidase (μmol <i>p</i> -nitrophenol g <sup>-1</sup> DW soil h <sup>-1</sup> )	1.8±0.2 a	1.0±0.1 b
β-Galactosidase (μmol <i>p</i> -nitrophenol g <sup>-1</sup> DW soil h <sup>-1</sup> )	0.11±0.02 a	0.07±0.00 b
Cellulase (μmol glucose g <sup>-1</sup> DW soil 16h <sup>-1</sup> )	0.27±0.02 a	0.24±0.01 a
Urease (μg N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> g <sup>-1</sup> DW soil h <sup>-1</sup> )	5.2±0.5 a	3.9±0.1 b

Means in a row followed by the same letter are not significantly different as judged by the Newman-Keul's test at a level of 0.05.

Conclusões: Os resultados obtidos sugerem que os polímeros de poliacrilato conseguem remediar solos contaminados com Cu, aumentando a qualidade do solo aferida pela actividade enzimática e a fixação biológica do N<sub>2</sub>.

## **Comunicações a congressos:**

Alvarenga, P., Palma, P., Gonçalves, A.P., Fernandes, R.M., de Varennes, A., Vallini, G., Duarte, E., Cunha-Queda, A.C. (2006). Evaluation of chemical and ecotoxicological characteristics of a mine contaminated soil. Poster contribution to session 4: Mixed contaminants and oxyanions, 4th International Workshop on “Bioavailability of Pollutants and Soil Remediation”, Sevilla, Spain.

Alvarenga, P., Gonçalves, A.P., Fernandes, R.M., de Varennes, A., Vallini, G., Duarte, E., Cunha-Queda, A.C. (2006). Effect of organic amendments and liming materials on heavy metal bioavailability of a mine contaminated soil. Poster contribution to session 7: Bioavailability and its management, 4th International Workshop on “Bioavailability of Pollutants and Soil Remediation”, Sevilla, Spain.

Alvarenga, P., Palma, P., Gonçalves, A.P., Fernandes, R.M., de Varennes, A., Vallini, G., Duarte, E., Cunha-Queda, A.C. (2007). Chemical, biological and ecotoxicological evaluation of a mine soil amended with sewage sludge and sugar beet lime. Poster apresentado na SETAC Europe (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) 17th Annual Meeting. 20-24 May 2007, Porto, Portugal.

Alvarenga, P., Palma, P., Gonçalves, A.P., Fernandes, R.M., de Varennes, A., Vallini, G., Duarte, E., Cunha-Queda, A.C. (2007). Chemical, biochemical and ecotoxicological evaluation of a mine soil amended with composts and liming materials. Poster apresentado no Workshop of WG2 and WG4: “Fate of pollutants in the plant/rhizosphere system: Fundamental aspects and their significance for field applications – Prospects and research needs”. 30 May – 1 June 2007, Vilnius, Lithuania

## **Publicações:**

Varennes A de, Queda C 2005 Application of an insoluble polyacrylate polymer to a copper-contaminated soil enhances plant growth and soil quality. *Soil Use and Management* 21 (4): 410-414.

Varennes A de, Goss MJ, Mourato M 2006 Remediation of a sandy soil contaminated with cadmium, nickel, and zinc using an insoluble polyacrylate polymer. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 37: 1639-1649.

Alvarenga P, Palma P, Gonçalves A., Fernandes RM, de Varennes A, Vallini G, Duarte E, Cunha-Queda AC 2007 Evaluation of tests to assess the quality of mine contaminated soils. *Environmental Geochemistry and Health* in press

## **Trabalhos finais de curso realizados no âmbito do projecto:**

Nobre AMA 2005 Remediação de solos contaminados com elementos vestigiais através de dois métodos de remediação in situ: polímeros e composto. Trabalho de fim de curso de Engenharia do Ambiente, ISA, 50 pp.

Rius, NS 2006 Evaluación de la capacidad de adaptación de la *Dactylis glomerata* a los suelos del área minera de São Domingos después de la aplicación de compuesto orgánico. Trabalho de fim de curso de Engenharia Florestal, ISA, 78 pp.

Baião, MAB. 2006. Estudo em fitoestabilização de solos degradados por actividades mineiras. Trabalho de Fim de Curso em Engenharia do Ambiente, ESAB, 61 pp.

## **Equipamento adquirido pelo projecto:**



Agitador (ESAB)



Condutivímetro (ESAB)



Balança analítica (ISA)



Banho-maria (ESAB)



Destilador Pronitro (ISA)



Estufa (ESAB)