

ORGANIZAÇÃO



PARCERIAS



NEER



CESAM

PATROCINADORES



galp energia



JERÓNIMO MARTINS

lipor

SERVIÇO INTERMUNICIPAL
DE GESTÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS



SUMA

MEDIA PARTNER

INDUSTRIAMBIENTE

10ª Conferência Nacional do Ambiente
XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente
6 a 8 de novembro de 2013
Universidade de Aveiro

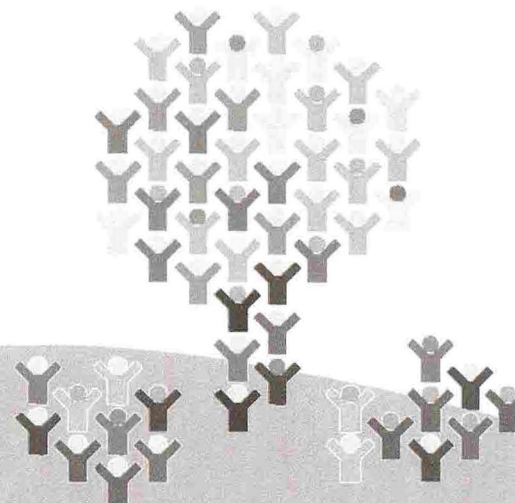
10ª Conferência Nacional do Ambiente
XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente

10ª CNA-XIICNEA

VOL. I

10ª CNA-XIICNEA

10ª Conferência Nacional do Ambiente
XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente

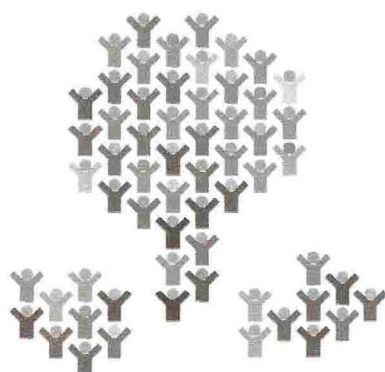


VOLUME I

Repensar o Ambiente: Luxo ou Inevitabilidade?

6 a 8 de novembro de 2013, Universidade de Aveiro

EDITORES: Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Luís Arroja, Teresa Fidélis,
Eduardo Anselmo Castro, Ana Paula Gomes



10ª CNA-XII CNEA

10ª Conferência Nacional do Ambiente
XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente

Repensar o Ambiente: Luxo ou inevitabilidade?

Editores

Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Luís Arroja, Teresa Fidélis,

Eduardo Anselmo Castro, Ana Paula Gomes

Universidade de Aveiro
6 a 8 de novembro de 2013

Ficha Técnica

10ª Conferência Nacional do Ambiente/XII Congresso Nacional do Ambiente

ISBN: 978-989-98673-0-7

Nota explicativa

Esta publicação contém as comunicações apresentadas na 10ª Conferência Nacional do Ambiente realizada na Universidade de Aveiro, de 6 a 8 de novembro de 2013.

Editores

Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Luís Arroja, Teresa Fidélis, Eduardo Anselmo Castro, Ana Paula Gomes

Desenho da capa

Luís Pinto

Impressão

Tipografia Minerva Central - Aveiro
Novembro 2013

Edição

Departamento de Ambiente e Ordenamento
Universidade de Aveiro

Tiragem

250 exemplares

**Atas da
10ª Conferência Nacional do Ambiente**

Desenvolvimento de uma tecnologia baseada na aplicação de filmes de quitosana para o tratamento de águas contaminadas com mercúrio.....	162
Proposta de uma metodologia de monitorização faseada para deteção de <i>blooms</i> de cianobactérias.....	167
Avaliação do impacte da actividade industrial na qualidade do ar atmosférico, através das técnicas de biomonitorização e amostragem instrumental de partículas.....	172
Exposição de crianças a radão no ar interior no Porto.....	178
Remoção de metais pesados em solos residuais	184
Ensaio de traçador e modelação hidráulica de reactores biológicos à escala industrial..	189
Incorporação de cinza de combustão de biomassa no solo: alterações no perfil de solo e no lixiviado.....	195
Biossorção e bioacumulação de Hg(II) pela macroalga <i>Ulva lactuca</i> como tecnologia de remediação de águas salinas	201
ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E ENERGIA	207
Useful work analysis in Portugal from 1856 to 2009.....	209
Modelação da produtividade primária em montados de sobre utilizando dados espectrais de campo e deteção remota	215
EcoFamílias – comportamentos que promovem redução de emissões.....	221
Balço de carbono em produtos florestais derivados da madeira e da cortiça	226
The role of grassland management in the climate change	232
Biocombustíveis em Portugal: impacto na política climática e na qualidade do ar	238
Comportamento térmico de uma cobertura verde num edifício solar passivo	244
Qualidade do ar interior, ventilação e eficiência energética – estudo num espaço museológico	250
Preços Implícitos do Carbono em Portugal.....	256
Influência das características da biomassa e condições operatórias nas propriedades das cinzas resultantes da combustão em leito fluidizado borbulhante	261
Waveroller em Portugal: Da expectativa à realidade. Que futuro?	267
Impacto da cadeia de valorização energética da biomassa florestal na qualidade do ar em Portugal Continental	273
Avaliação do Potencial das Cinzas de Biomassa para o Sequestro de Carbono	279
USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS.....	285
Cenários de mudança para a previsão da evolução das pressões e do estado das massas de água subterrâneas e EDAS/Lagoa costeira de Melides	287
Compostagem de espécies invasoras lenhosas	293
Compostagem de lamas de ETAR com estilha de madeira	299
Engenharia do Ambiente em Moçambique – um caso prático (construção civil)	305
Fatores sociais que influenciam as opções dos consumidores face às embalagens e resíduos de embalagens.....	310
Emissões de carbono do solo decorrentes da utilização agrícola de resíduos orgânicos.....	316
A quantificação de resíduos de construção e demolição em edificações nova metodologia aplicada a projectos de execução.....	322

Remoção de metais pesados em solos residuais

Dias, L.^(a), Albuquerque, A.^(a), Silva, F.^(b)

^(a) Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura, Universidade da Beira Interior, Covilhã, luispdias88@hotmail.com, ajca@ubi.pt

^(b) Departamento de Construções Cívicas e Planeamento, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, flora@ipb.pt

SUMÁRIO:

A reutilização de águas residuais tratadas para a recarga de aquíferos é uma prática que pode contribuir para a reposição de volumes de água no solo, que pode ser muito vantajoso em áreas com défice hídrico ou com sobre-exploração de águas subterrâneas. Contudo, as cargas residuais das ART (p.e. matéria orgânica, nutrientes, metais pesados e patogénicos) podem constituir uma desvantagem para a qualidade da água subterrânea, se o solo apresentar condições desfavoráveis para a sua infiltração. Realizaram-se ensaios laboratoriais em *batch* para avaliar a remoção de Cr, Cu e Zn em solos residuais de uma zona previamente selecionada para a infiltração de ART. Os resultados mostram uma maior remoção de Zn, seguida do Cu e do Cr, o que indica que o solo residual apresenta capacidade reativa para remover a carga residual de metais da ART.

PALAVRAS-CHAVE: Remoção de metais, solos residuais, recarga de aquíferos

INTRODUÇÃO

Uma das aplicações mais comuns da reutilização de águas residuais tratadas (ART) é a recarga de aquíferos, que é especialmente útil em zonas com défice hídrico, como é o caso da região da Beira Interior. No entanto, estas ART apresentam cargas residuais que podem causar impactes ambientais significativos no solo ou água. Entre os poluentes mais preocupantes encontram-se os metais pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb e Zn) que têm origem em actividades domésticas e industriais, bem como da lavagem dos pavimentos com águas pluviais.

De acordo com Marecos do Monte e Albuquerque (2010), os solos utilizados para a recarga de aquíferos podem atuar como filtros reativos com capacidade para remover a carga residual das ART. No entanto, é difícil avaliar a eficiência e modo de remoção de poluentes *in situ*, sendo mais prático realizá-lo em colunas laboratoriais ou em ensaios em *batch*.

A maior parte dos solos residuais da Beira Interior apresenta até 15% de argila (Silva, 2011), sendo esta a componente reativa do solo que pode ter uma boa capacidade de adsorção de metais. Os trabalhos de Silva (2011) sobre localização de solos com apetência para a infiltração de ART, levaram à delimitação de uma zona na Quinta de Gonçalo Martins que se julga adequada para aquela prática.

As argilas tem sido utilizadas para a remoção de metais pesados no tratamento de água devido à sua elevada capacidade de troca catiónica, bem como de complexação e precipitação de metais (Bekkouche et al. 2012; Srivastava et al. 2012). No entanto, não foram encontrados estudos para avaliar a capacidade reativa de argila natural retirada de solos residuais na remoção de metais.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a capacidade de remoção de três metais pesados (Cr, Cu e Zn) na componente fina de solos residuais de Quinta de Gonçalo Martins (Marmeleiro, Guarda), utilizando ensaios em *batch*.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo residual utilizado foi recolhido na Quinta de Gonçalo Martins, numa zona previamente selecionada para a infiltração de ART (Silva, 2011). Após secagem do solo, a sua componente fina (essencialmente composta por argilas e siltes) foi obtida por passagem num peneiro de malha 0,073 mm.

Para os ensaios em *batch* utilizaram-se seis recipientes de 500 mL, onde foram colocados cerca de 0,5 g de solo e 200 mL de uma solução com as seguintes concentrações de Cr, Cu e Zn: 0, 1, 2,5 e 5 mg/L. Os recipientes foram agitados a cerca de 120 r.p.m. durante 5h, tendo sido recolhidas amostras após 0, 0,25, 0,75, 2 e 5 h de contato para determinação de pH, temperatura e concentração de Cr, Cu e Zn. A determinação de metais foi efetuada através de um espectrofotómetro de absorção atómica GBC-906 (Austrália), de acordo com a norma ISO 15586:2003. O pH e temperatura foram medidos através de uma sonda SenTix 41 conectada a um medidor Multi 340i da WTW (Alemanha).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados permitem observar que as concentrações de equilíbrio foram atingidas entre 1h e 2h de contato, tendo sido observado maior remoção de Zn, com eficiências médias de remoção (ER) de 80,4%, 52,5% e 40,9% para as concentrações de equilíbrio de 0,3 mg/L, 1,2 mg/l e 3,1 mg/L, respetivamente. Para o Cu observaram-se ER de 51,1%, 68,3% e 19,4% para as concentrações de equilíbrio de 0,45 mg/L, 0,71 mg/l e 4,3 mg/L, respetivamente, enquanto que para o Cr registaram-se as ER mais baixas com 9,6%, 4,7% e 9,6% para as concentrações de equilíbrio de 0,85 mg/L, 2,22 mg/l e 5,1 mg/L, respetivamente. A variação da ER acumulada ao longo do tempo é apresentada nas Figuras 1 a 3.

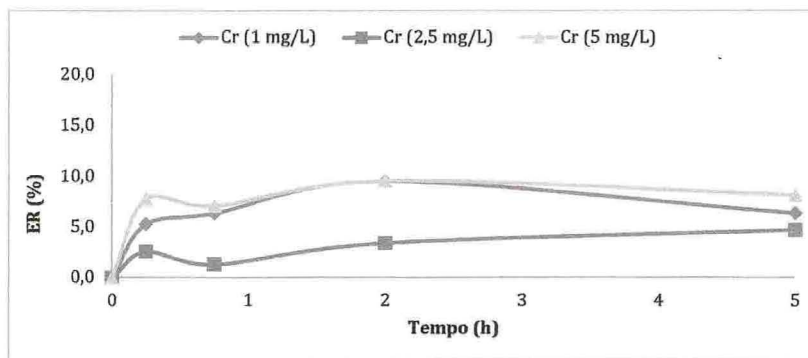


Figura 1 – Eficiência de remoção acumulada no tempo para o Cr

Calcularam-se as taxas de sorção (q_s) para cada metal ao longo do tempo, através da multiplicação da massa removida pelo volume de ensaio, dividida pela massa de solo utilizada. A remoção de Cr foi inferior a 1 mg/g em todas as concentrações de equilíbrio (Figura 4), enquanto que maior taxa de sorção do Cu foi de 3 mg/g para a concentração de equilíbrio de 0,7 mg/L (Figura 5).

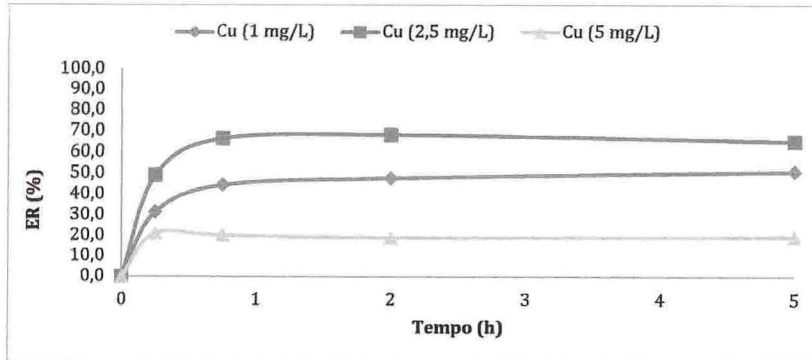


Figura 2 – Eficiência de remoção acumulada no tempo para o Cu

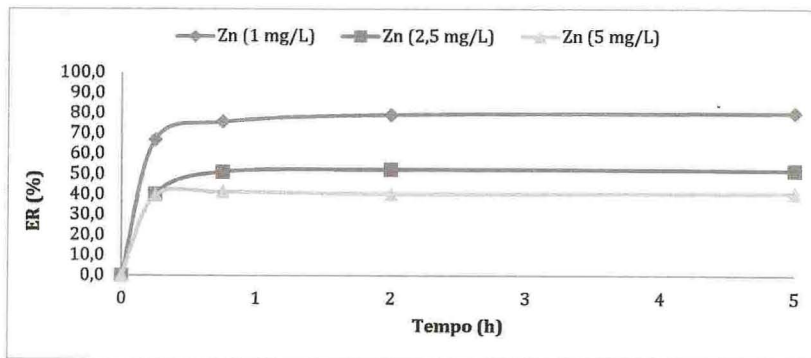


Figura 3 – Eficiência de remoção acumulada no tempo para o Zn

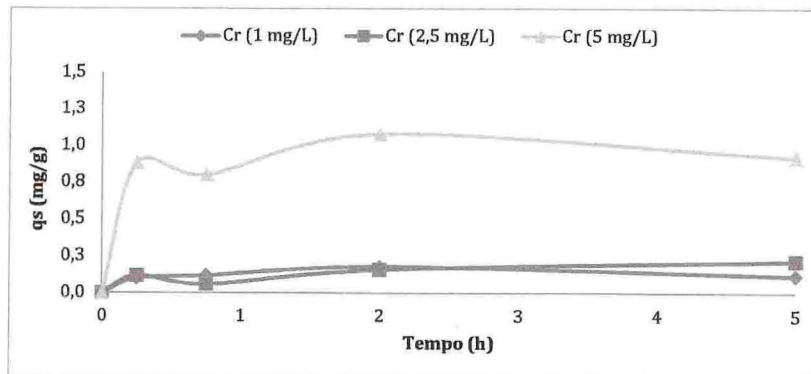


Figura 4 – Taxa de sorção acumulada no tempo para o Cr

As taxas de sorção de Zn foram de 1,8 mg/g, 2,8 mg/g e 4,2 mg/l para as concentrações de equilíbrio de 0,3 mg/L, 1,2 mg/l e 3,1 mg/L, respetivamente (Figura 6). Estas taxas são superiores às registadas por Dawodu et. al. (2012) em lodos fluviais com maior percentagem de argila, tendo sido observadas concentrações de equilíbrio apenas ao fim de cerca de 5h.

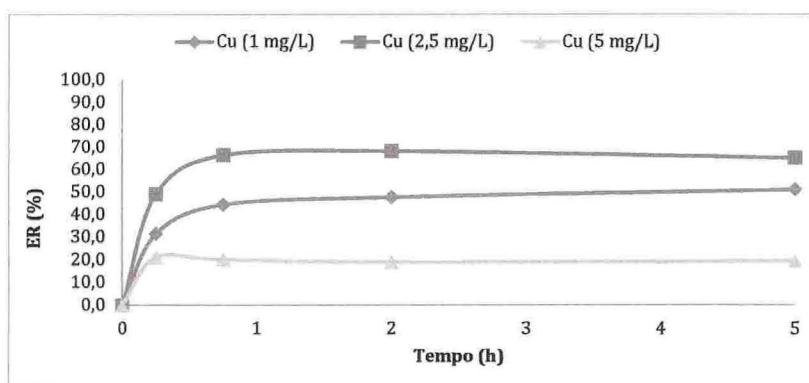


Figura 5 – Taxa de adsorção acumulada no tempo para o Cu

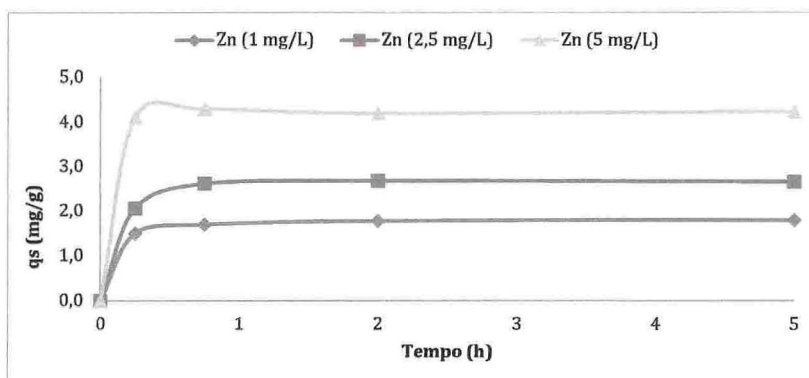


Figura 6 – Taxa de adsorção acumulada no tempo para o Zn

Verificou-se a diminuição de pH ao longo do tempo de contato nos ensaios com Cu (de aproximadamente 6,1 para 5,3) e Zn (de aproximadamente 6,1 para 5,1), o que poderá ter estado associada à libertação de iões H^+ da estrutura aluminosilicatada do solo para a fase aquosa, que terão permutado com os cationes Cu^{2+} e Zn^{2+} , tal como também foi observado por Lukman et al. (2013) em ensaios em *batch* utilizando argilas naturais e concentrações de Cu e Zn de aproximadamente 20 mg/L, para pH variando entre 2 e 12. Estes autores observaram que a maior remoção de Cr, Cu e Zn ocorreu na faixa de pH entre 4,5 e 8. Bansal e Goyal (2005) estudaram a remoção de Cu em carvão ativado, tendo concluído que os valores de q_s mais elevados ocorreram para pH abaixo de 7.

De acordo com Souag et al. (2009), quando a concentração de H^+ na solução é baixa, a aproximação de metais à superfície das partículas de argila é reduzida, o que é perceptível pelo aumento do pH e a diminuição da sorção de metais. No entanto, para concentrações de H^+ elevadas (pH abaixo de 6) pode dar-se um fenómeno inverso, passando este cation a

formar a ligação entre o metal e a superfície do adsorvente, como observado nos estudos de Singha et al. (2011) e Bhattacharya et al. (2008), na remoção de Cr por lamelas de estações termoeletrônicas. De acordo com Bhattacharya et al. (2006), a remoção de Zn é mais elevada para pH entre 5 e 7, e ocorre exponencialmente para tempos de contato inferiores a 1h.

O principal mecanismo de remoção dos três metais terá sido por adsorção, embora para baixos valores de pH possa também ter ocorrido precipitação nas formas de hidróxidos, tal como observado por Lukman et al. (2013). No entanto, é necessário complementar estes ensaios com estudos em colunas laboratoriais com o mesmo solo, afim de avaliar a remoção de metais ao longo de diferentes comprimentos e, assim, determinar a profundidade mínima de solo necessária para a infiltração em segurança de ART.

CONCLUSÕES

Os solos residuais da Quinta de Gonçalo Martins têm propriedades reativas que lhes conferem uma boa capacidade de remoção de Cu e Zn, permitindo-lhes atuar como uma barreira à contaminação de águas subterrâneas durante a recarga de aquíferos com ART. A remoção de Cr não foi tão elevada, sendo necessário complementar estes estudos com ensaios em coluna laboratorial para avaliara a remoção deste metal ao longo do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bansal R. e Goyal M. (2005). Activated carbon adsorption. Taylor and Francis Group, Reino Unido, 497 p.
- Bekkouche S., Baup S., Bouhelassa M., Molina-Boisseau S. e Petrier C. (2012). Competitive adsorption of phenol and heavy metals ions onto titanium dioxide. *Desa. Wat. Treat.*, 37, 364-372.
- Bhattacharya A., Mandal S., Das, S. (2006). Adsorption of Zn(II) from aqueous solution by using different adsorbents. *Chemical Engineering J.*, 123, 43-51.
- Bhattacharya, A., Naiya, T., Mandal, S., Das, S. (2008). Adsorption, kinetics and equilibrium studies on removal of Cr(VI) from aqueous solutions using diferente low-cost adsorbents. *Chemical Engineering J.*, 137, 529-541.
- Dawodu F., Akpomie G., Ejikeme M. e Ejikeme P. (2012). The use of Ugwuoba clay as an adsorbent for zinc (II) ions from solution. *Int. J. Mult. Sc. Eng.*, 3(8), 13-18.
- Lukman S., Essa M., Muazu N., Bukhari A. e Basheer C. (2013). Adsorption and desorption of heavy metals onto natural clay material: influence of pH. *J. Env. Sc. and Techn.*, 6(1), 1-15.
- Marecos do Monte, H., Albuquerque, A. (2010): Reutilização de águas residuais. Guia Técnico No. 14, ERSAR, Lisboa, 319 pp.
- Silva, F. (2011): Estudo do potencial de águas residuais tratadas para a recarga de aquíferos utilizando ferramentas Tese de Mestrado, UBI, Covilhã, 89 pp.
- Singha, B.; Naiya, T.; Bhattacharya, A.; Das S. Cr(VI) Ions removal from aqueous solutions using natural adsorbents — FTIR studies. *J. of Environmental Protection*, V. 2, 729-735, 2011.
- Souag, R., Touaibia, D., Benayada, B., Boucena, A. (2009). Adsorption of heavy metals (Cd, Zn and Pb) from water using Keratin powder prepared from Algerien sheep hoofs. *European Journal of Scientific Research*, 35, 3, 416-425.
- Srivastava P., Singh B. e Angove M. (2012). Competitive adsorption behavior of heavy metals on kaolinite. *J. Colloi. Interf. Sci.*, 290, 28-38.