

# **Cartografia de contaminantes em torno de uma unidade fabril de produção de Zinco (Três Marias, Minas Gerais, Brasil)**

## **Cartography of contaminants around a plant for the production of zinc (Três Marias, Minas Gerais, Brazil)**

Alexandre Araújo<sup>(1)</sup>, Rita Fonseca<sup>(1)</sup>, Paula Pinto<sup>(2)</sup>, Marcus Fernandes<sup>(3)</sup>, João Matos<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Geociências, Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora; <sup>(2)</sup> Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora; <sup>(3)</sup> Centro de Tecnologia SENAI CETEC; <sup>(4)</sup> Universidade de Évora

### **Resumo**

Este trabalho enquadra-se num contrato assinado entre a Universidade de Évora e a empresa Votorantim-Metals, com o objectivo de identificar metais contaminantes e sua distribuição em solos, água e sedimentos na envolvente duma unidade fabril. Entre Agosto e Novembro realizaram-se as duas primeiras campanhas de recolha de amostras, respectiva georreferenciação e fizeram-se os primeiros testes de avaliação da espessura dos sedimentos depositados ao longo das ribeiras que delimitam a área fabril. Os dados preliminares parecem indicar dois tipos de contaminação: por escorrência superficial e deposição de partículas sólidas à superfície e por circulação subterrânea e deposição de sais em profundidade, em zonas aluvionares saturadas a pouca profundidade. Nas próximas campanhas a cartografia dos sedimentos contaminados será complementada com recurso a métodos de prospecção geoelectrica em terra e a dragagens e levantamentos batimétricos no Rio São Francisco e afluentes que delimitam a fábrica.

**Palavras-chave:** cartografia, contaminação, produção de zinco

### **Abstract**

This work results from a contract between the University of Évora and the Votorantim-Metals company with the aim of identifying contaminant metals and their distribution in soils, water and sediments in the surrounding of a Zn-oxide plant. Between August and November we've done the first two sampling campaigns, the georeferencing or sampling points and the first tests of sediments thickness deposited along the streams that border the plant area. Preliminary data seems to indicate two types of contamination: by runoff followed by particles deposition on the surface and groundwater

circulation and salts deposition in depth in saturated and shallow alluvial areas. In the next campaigns, mapping of contaminated sediments will be complemented with the use of geoelectric methods in land and dredging and bathymetric surveys in the San Francisco River and tributaries surrounding the factory.

**key-words:** cartography, contamination, zinc production

## **Introdução**

No seguimento de trabalhos anteriores (i.e. Fonseca et al., 2007) e no âmbito da rede READE (Rede de Reabilitação de Ambientes Degradados) que integra parceiros portugueses (entre eles o CGE) e brasileiros, uma equipa da Universidade de Évora foi convidada a liderar um estudo para a empresa Votorantim-Metals com vista à reabilitação da envolvente de uma unidade fabril de produção de zinco, situada em Três Marias. O contrato iniciou-se em Julho de 2013 e tem a duração de 3 anos. O principal objectivo consiste na caracterização das zonas emersas com elevados teores em metais situadas nas bacias dos Córregos Consciência e Barreiro Grande, e no leito do Córrego Consciência. Este trabalho visa ainda a elaboração de uma proposta de medidas para a melhoria da qualidade da água deste córrego e a reabilitação das zonas envolventes. Integrados no mesmo objectivo geral, duas equipas do Centro de Tecnologia SENAI CETEC, parceiro da READE, encontram-se igualmente a trabalhar com o objectivo de i) recuperar o coberto vegetal de sectores degradados e ii) proceder à fitorremediação de sectores mais contaminados. O contrato com a Universidade de Évora inclui a realização de análises químicas de solos, de apoio às equipas do SENAI CETEC. O projecto encontra-se na sua fase inicial e os trabalhos de campo iniciaram-se no final de Agosto, tendo sido realizadas até ao presente, duas campanhas.

## **Enquadramento**

Na região de Três Marias afloram sequências sedimentares discordantes sobre as rochas do Escudo Brasileiro. De acordo com o mapa geológico à escala 1/100.000, Folha Três Marias – SE.23-Y-B-III (2011), a geologia da região é dominada por uma sequência sedimentar de idade neoproterozóica, a Formação de Três Marias, que faz parte do Grupo Bambuí. Localmente, a Formação de Três Marias, é constituída por arenitos finos quartzofeldespáticos alternantes com pelitos e siltitos em bancadas decimétricas, sub-horizontais. Sobre esta formação ocorrem pontualmente depósitos aluvionares relacionados com a actual rede de drenagem.

## **Métodos de amostragem e tratamento de dados**

A maioria das amostras, de solos e de sedimentos, foram colhidas com trado, em 3 profundidades (0 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60 cm). Com base na análise das amostras de Setembro, na campanha seguinte foram pontualmente colhidas amostras mais profundas (60 a 80 cm e 80 a 100 cm), nos locais em que se identificou aumento da contaminação para a profundidade. Colheram-se igualmente amostras em áreas imersas com recurso a draga do tipo Shipeck a um *corer* de varas Kajak. Estes equipamentos foram usados em embarcação, aproveitando-se também para se realizar um primeiro levantamento batimétrico com sonar de varrimento lateral, com vista à identificação de possíveis plumas sedimentares no Rio São Francisco, junto à foz do Córrego Consciência. As varas para operar o *corer* foram adaptadas de forma a receberem uma ponteira, podendo ser usadas como penetrómetro nas áreas emersas. Esta adaptação permitiu fazer uma primeira avaliação da espessura dos depósitos aluvionares em torno do Córrego Consciência. Este método directo para determinar a profundidade da base dos sedimentos voltará a ser usado no futuro e permitirá calibrar os resultados de uma campanha de prospecção geoelectrica, prevista para o Verão de 2014. As amostras de água foram regra geral colhidas à superfície. Pontualmente, onde a profundidade do córrego era superior a 2 m, usou-se uma garrafa de Van Dorn. Foram determinados os níveis de contaminação em As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn de 96 amostras de solos e sedimentos colhidas em Setembro, por ICP-OES (após digestão com *Aqua Regia*). Analisaram-se também 26 amostras de água para o Al, As, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb e Zn.

## **Discussão**

Os dados disponíveis são ainda muito preliminares. O Cr, Fe e Ni surgem em concentrações moderadas a baixas e aparentemente a sua presença não está relacionada com a actividade da fábrica. O comportamento dos restantes metais parece apontar para dois possíveis processos de contaminação: i) por escorrência superficial e deposição de partículas sólidas à superfície e, ii) por circulação subterrânea e deposição de sais em profundidade. Na tabela I apresentam-se exemplos destes dois tipos de comportamento. As primeiras amostras, com referência CA5, (sombreadas) correspondem a situações de vertente, com os metais mais concentrados nas camadas superficiais. As amostras CA1 e CA2 correspondem a aluviões e a sedimentos colhidos nas margens do córrego Consciência, encontrando-se os teores mais altos em profundidade, muitas vezes abaixo do nível freático. Apesar da amostragem ter sido feita no período seco, nestes sectores o nível freático encontrava-se a poucas dezenas de centímetros de profundidade. Os modelos apresentados neste trabalho serão aferidos pela análise das amostras recolhidas em Novembro, e por análises geoquímicas

mais específicas, nomeadamente através de métodos de extração sequencial, que nos darão as principais formas químicas em que ocorrem os diversos elementos metálicos. Os dados geoquímicos serão futuramente cruzados com os métodos geoelectricos, sendo espectável que as maiores concentrações de metais se traduzam em variações da resistividade eléctrica.

Tabela I - Exemplo da variação das concentrações de alguns elementos em solos (linhas sombreadas) e em aluviões (linhas a branco)

Referência das Amostras	Profund. (cm)	Valores Totais (Extracção com <i>Aqua Regia</i> )					
		As mg/Kg	Cd mg/Kg	Cu mg/Kg	Mn mg/Kg	Pb mg/Kg	Zn mg/Kg
CA5 -2 I	0-20	98,1590	41,4471	731,5931	1083,0109	684,3381	25039,7772
CA5 -2 II	20-40	<0,01	14,8422	25,8962	35,1265	4,9464	768,6470
CA5 -2 III	40-60	0,1594	1,6956	22,8263	35,4633	3,7320	160,5198
CA5 -7 I	0-20	<0,01	7,0512	26,6860	244,4811	34,0219	778,1481
CA5 -7 II	20-40	<0,01	0,2239	18,2221	52,6158	4,6764	90,1280
CA5 -7 III	40-60	<0,01	0,1078	18,7902	41,1638	4,1255	82,7877
CA2-12 I	0-20	41,6087	31,6222	279,5065	135,4433	993,9557	20606,4233
CA2-12 II	20-40	62,7721	46,2286	496,4140	194,8500	1081,7963	22208,9075
CA2-12 III	40-60	1480,7352	63,5520	3134,4997	4944,8903	3733,5127	28175,4736
CA1-21 I	0-20	0,6669	3,6321	20,1737	207,8144	20,4178	568,6000
CA1-21 II	20-40	4,3235	11,9003	40,1870	169,9485	52,3903	1445,9099
CA1-21 III	40-60	1,3055	17,2462	84,8571	129,8244	128,1318	2533,9849

## Bibliografia

Antônio Carlos Pedrosa Soares (coordenação geral). Mapa geológico à escala 1/100.000, Folha Três Marias – SE.23-Y-B-III. Governo do Estado de Minas Gerais, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, CODEMIG – Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia Mineração e Transformação Mineral, CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2011.

Fonseca R., Barriga F., Theodoro S., Canário T., Morais M., 2007 – The Três Marias reservoir: a sink for sediments outcoming from overerosion of soils in Minas Gerais, Brasil. in "Reservoir and River Basin Management: Exchange of Experiences from Brazil, Portugal and Germany". Gunter Gunkel & Maria do Carmo Sobral (eds) Technical University of Berlin, 182-196.