

# TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREA DEGRADADA PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE REJEITOS PIRITOSOS DE MINERAÇÃO DE CARVÃO ASSOCIADOS A RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Gustavo Simão<sup>1</sup>, Jori Ramos Pereira<sup>2</sup>, Eder Costa Cechella<sup>3</sup>, Sergio Luciano Galatto<sup>4</sup>.

**Resumo.** O sul do estado de Santa Catarina foi impactado por décadas de exploração de carvão e deposição de rejeitos de forma inadequada. Estas atividades interferem diretamente sobre os sistemas naturais, ocasionando a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais por meio da drenagem ácida de mina. Dentre as centenas de áreas impactadas, uma delas reveste-se de elevado interesse dada sua condição atípica. Na área de estudo, após a paralização das atividades de deposição de rejeitos de carvão, prefeituras empreenderam um “lixão controlado”, resultando em um passivo ambiental atípico, que congrega rejeitos de carvão e resíduos sólidos urbanos. O Projeto de Recuperação Ambiental deste passivo, teve de congrega técnicas de remediação de passivos de carvão e de em aterros sanitários controlados. Para tanto, foram adotadas as especificações técnicas do sistema de cobertura seca, como cobertura impermeabilizando e solo construído, congregando técnicas necessárias à presença de resíduos sólidos urbanos, como sistemas de drenagem de metano e de drenagem de fundo (captação de líquido percolado).

Palavras-chave: Recursos hídricos. Rejeito piritoso. Resíduos Sólidos Urbanos.

**Abstract.** The state of Santa Catarina has been impacted by decades of inadequate coal mining and tailing. These activities directly interfere with the natural systems, causing the contamination of underground and surface water resources through acid mine drainage. Among the areas of impacted areas, one of them is of high interest given its atypical condition. In the study area, following the shutdown of coal tailings exposure activities, municipal governments undertake a controlled "dump" in the area, resulting in an atypical environmental liability that is rejected by coal tailings and municipal waste. The Environmental Recovery Project for this liability had congregational techniques for

---

<sup>1</sup>(Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Rod. Gov. Jorge Lacerda, km 4,5, CEP: 88807-400, Criciúma – SC, Fone: 48-3444-3766, gustavosimao@unesc.net)

<sup>2</sup>(Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Rod. Gov. Jorge Lacerda, km 4,5, CEP: 88807-400, Criciúma – SC, Fone: 48-3444-3745, jori@unesc.net)

<sup>3</sup>(Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Rod. Gov. Jorge Lacerda, km 4,5, CEP: 88807-400, Criciúma – SC, Fone: 48-3444-3740, eder@unesc.net)

<sup>4</sup>(Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Rod. Gov. Jorge Lacerda, km 4,5, CEP: 88807-400, Criciúma – SC, Fone: 48-3444-3740, sga@unesc.net)

.remediation of coal liabilities and controlled sanitary waste. To this end, the technical specifications of the dry cover system were adopted as a waterproofing cover and built in soil, gathering the necessary techniques for the presence of urban waste such as methane drainage systems and bottom drainage systems (percolating liquid uptake).

**Keywords:** Water resources. Reject the pyrite. Urban solid waste.

## 1- INTRODUÇÃO

O sul do estado de Santa Catarina foi impactado por décadas de exploração de carvão e deposição de rejeitos de mineração de forma inadequada. Estas atividades interferem diretamente sobre os sistemas naturais, ocasionando a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais por meio da drenagem ácida de mina. A mineração de carvão prejudicou diretamente a qualidade das águas superficiais dos rios, tornando-as impróprias para os seus diversos usos (encontram-se valores de pH abaixo de 3, elevadas concentrações de sulfatos, acidez e metais) (ALEXANDRE, 2000).

A área de estudo localiza-se no município de Forquilha/SC, próxima a margem direita do Rio Sangão, sendo este, componente da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, onde os impactos ambientais negativos provocados pelas atividades de mineração de carvão, são alarmantes e remontam a décadas passadas. Áreas impactadas pela mineração de carvão na região totalizam mais de 6 mil hectares (BRASIL, 2015). Dentre estas, a porção da área da antiga Indústria Carboquímica Catarinense (ICC), denominada de lixão, reveste-se de elevado interesse dada sua condição atípica, com rejeitos de mineração e resíduos sólidos urbanos congregados. Esta abrange aproximadamente 150 hectares, com faixas situadas nas margens direita e esquerda do rio Sangão, onde ocorreu a deposição de resíduos oriundos do processo de beneficiamento de rejeitos de carvão para obtenção de concentrado de pirita, utilizadas na cadeia produtiva de fertilizantes. Deste total, após o término das atividades (em 1992) e subsequente liquidação extrajudicial, aproximadamente 13,5 hectares passaram à posse das prefeituras de Criciúma, Nova Veneza e Forquilha. Estas, utilizando-se do rejeito à época exposto, constituíram um “lixão”, onde foram depositados resíduos sólidos urbanos intercalados com rejeitos.

Neste trabalho são apresentadas algumas das técnicas de engenharia adotadas na recuperação ambiental desta condição atípica.

## 2- ASPECTOS TÉCNICOS

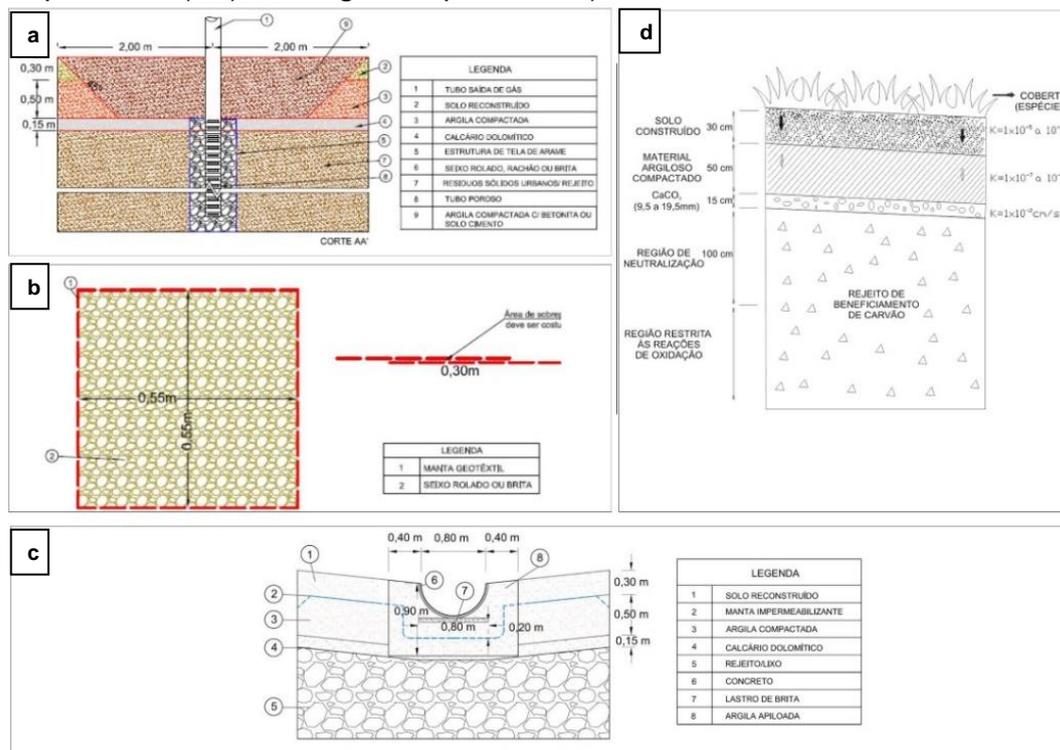
A sistemática adotada para as atividades do projeto, seguiu as diretrizes da proposta estabelecida pelos “Critérios para Recuperação ou Reabilitação de Áreas Degradadas pela

Mineração de Carvão - Revisão 07 (BRASIL, 2015), no entanto, dada a presença significativa de resíduos sólidos urbanos, foram incorporadas medidas de engenharia tipicamente adotadas em aterros sanitários controlados.

## 2.1 - Técnicas de tratamento adotadas

O conjunto de técnicas aplicadas para recuperação ambiental, baseou-se no aprimoramento do conceito de encapsulamento por cobertura seca, usualmente aplicado em projetos de recuperação ambiental em depósitos de rejeito de carvão, como: conformação topográfica, camada reativa 15cm de  $\text{CaCO}_3$ , camada impermeabilizante com 50cm de espessura, camada de 30cm de solo construído, geocelula para proteção dos taludes, sistemas de drenagem superficial e cobertura vegetal implantada. Além dos métodos supracitados, para atender as especificidades da presença de resíduos sólidos urbanos, utilizou-se técnicas como: sistemas de drenagem de gases; sistema de drenagem de fundo (captação de líquido percolado), caixa de coleta de líquido percolado (Figura 1).

Figura 1 - a) Sistema de drenagem de gases; b) Sistema de drenagem de fundo (captação de líquido percolado); c) Drenagem superficial; d) Sistema de cobertura seca.



Os sistemas de drenagens de gás foram concebidos de forma a drenar os gases evitando seu trapeamento. O modelo construtivo dos 26 vents contemplou uma seção drenante de tubo PEAD perfurado, envolto por seixo, fixado por tela de arame revestido, de modo a permitir o fluxo dos gases. Na parte superior acima do calcário, adotou-se o uso de solo cimento, impedindo a percolação de água da chuva nas laterais do tubo. As 5 linhas

de captação do líquido percolado foram implantadas como drenagem porosa, ou seja, tubo PEAD envolto por rachão e manta geotêxtil, que conduzem o líquido percolado até uma caixa de captação e posterior tratamento. As drenagens, foram dimensionados após estudo hidrológico e foram concebidos de forma a isolar a água da chuva do maciço. Para tanto, o sistema foi projetado sobre um berço de argila apiloada e manta impermeabilizante.

### 3- RESULTADOS E DISCUÇÕES

O PRAD foi concluído no início de 2017, desde então campanhas de monitoramento tem sido realizada com frequência semestral, quando tem se identificado uma melhora substância da qualidade ambiental da área. As águas subterrânea e superficial têm apresentado melhora, assim como tem se visualizado o retorno da fauna. A cobertura vegetal vem se desenvolvendo satisfatoriamente, eliminando a ocorrência de processos erosivos que venham a comprometer o encapsulamento geotécnico. O monitoramento qualitativo nos *vents* tem demonstrado que a geração de metano no maciço continua, no entanto, em baixa quantidade. De modo geral o PRAD tem se demonstrado efetivo na redução do dano ambiental existente, trazendo melhora ambiental significativa para a área.

Figura 2 - a) *Vent* para drenança de eventuais gases ainda gerados na área; b) Sistemas de drenagem em concreto e c) Canal periférico reativo construído com calcário.



### 4- REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, N.Z. 2000. Análise Integrada da Qualidade das Águas da Bacia do Rio Araranguá (SC). Dissertação de Mestrado. Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 300p.

BRASIL. Procuradoria da República em Santa Catarina. Ministério Público Federal (Org.). Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão (Revisão 7). 2015. Disponível em: < <http://acpcarvao.com.br>>. Acesso em: 11 set. 2019.

IPAT/UNESC. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2010. Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) do lixão dos municípios de Criciúma, Forquilha e Nova Veneza, na antiga área da Indústria Carboquímica Catarinense S.A. (ICC). Criciúma, 2010. 149p.