

EXECUÇÃO DE PROJETO PIONEIRO DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU REMOVIDOS DE ÁREAS DEGRADAS POR OCUPAÇÃO IRREGULAR NA FAIXA DE DOMÍNIO DA RODOVIA BR-448/RS

Adriano Peixoto Panazzolo(*), Catarina Muñoz, Chaiana Teixeira da Silva, Letícia Coradini Frantz, Luis Adriel Pereira

* Serviços Técnicos de Engenharia S.A. adriano@stesa.com.br

RESUMO

O traçado projetado para a implantação da Rodovia BR-448, Rodovia do Parque, interceptou uma comunidade formada por 599 famílias, conhecida como Vila do Dique. Estas famílias viviam em situação de risco, desprovidos de saneamento e qualidade de vida, fazendo uso da coleta e separação e venda de resíduos sólidos urbanos (RSU) como principal meio de subsistência. Os materiais rejeitados no processo de separação dos resíduos eram depositados a céu aberto sem qualquer medida de controle, em cursos hídricos locais e em Áreas de Proteção Ambiental (APP), originando vários focos de poluição. Foram analisadas diferentes alternativas de disposição final dos resíduos, dentre as quais a disposição final dos resíduos em células de encapsulamento incorporadas às bermas de equilíbrio da Rodovia foi a que se apresentou mais viável tanto sob o ponto de vista técnico-ambiental quanto econômico. A alternativa foi apresentada ao órgão ambiental do Estado na forma de projeto para a disposição final dos resíduos, o qual foi elaborado pela Gestão Ambiental da BR-448, denominado Projeto de Encapsulamento dos Resíduos Classe II-A, sendo este aprovado pelo referido órgão. Deste modo, o presente estudo visa apresentar o projeto e também o acompanhamento da fase de execução realizado pela equipe de supervisão ambiental do empreendimento.

PALAVRAS-CHAVE: Células de Resíduos, Gestão Ambiental, Encapsulamento, Gerenciamento de Resíduos.

INTRODUÇÃO

A construção da BR-448/RS, Rodovia do Parque, trata-se de uma importante obra rodoviária realizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) que visa implementar a malha viária da região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) como alternativa para amenizar o intenso fluxo de veículos na BR-116. O empreendimento abrange os municípios de Sapucaia do Sul, Esteio, Canoas e Porto Alegre, com extensão de aproximadamente 22,3 km.

No trecho localizado no município de Canoas/RS, a obra interceptou uma ocupação irregular conhecida como Vila Dique constituída por 599 famílias que viviam em situação de risco social, sem condição mínima de saneamento e qualidade de vida, utilizando como principal meio de subsistência a coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) para a separação e venda do material reciclável.

Os materiais rejeitados no processo de separação dos resíduos eram depositados diretamente no entorno das moradias, atingindo as margens dos corpos hídricos e, em alguns pontos, o Parque Estadual Delta do Jacuí, sem qualquer medida de controle. Como consequência, formou-se um cenário de extrema degradação ambiental, resultando na formação de vários focos de poluição a céu aberto, com a presença de elevada quantidade de RSU. Com o reassentamento dessas famílias, foi necessário estudar alternativas para remediar as áreas impactadas pela disposição inadequada de cerca de 46 mil toneladas de resíduos sólidos.

Assim, após a análise de diferentes possibilidades, o DNIT apresentou ao órgão ambiental – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) – um projeto elaborado pela Gestão Ambiental da BR-448 para a disposição final dos resíduos, denominado de Projeto de Encapsulamento dos Resíduos Classe II-A (STE, 2012), no qual foram projetadas três células de confinamento dos resíduos, incorporadas às bermas de equilíbrio da rodovia. O projeto consistiu em uma alternativa pioneira no segmento de obras rodoviárias e foi aprovado pelo referido órgão, culminando na emissão da Autorização Geral (AG) nº 392/2012 (FEPAM, 2012) e renovada pela AG nº 342/2013 (FEPAM, 2013).

OBJETIVO

O objetivo do trabalho é apresentar o Projeto de Encapsulamento dos Resíduos, o qual foi executado paralelamente à construção da rodovia, bem como o acompanhamento executivo realizado pela equipe de supervisão ambiental do empreendimento.

METODOLOGIA

Previamente à concepção do projeto, foram realizadas amostragens para caracterização dos resíduos, as quais apresentaram predominância de resíduos plásticos (40%), misturados a fração pouco representativa de matéria orgânica (4,7%) e elevado percentual de solo (55,3%). A partir desses resultados e, considerando-se as diferentes alternativas estudadas (envio para aterro sanitário e construção de aterro próximo ao empreendimento), adotou-se a solução de encapsulamento dos resíduos na faixa de domínio como a mais adequada.

A execução do projeto constituiu-se em duas fases, sendo a primeira referente à construção de três células: Célula 01 (120m de extensão), Célula 02 (700m) e a Célula 03 (160m). A segunda, ao monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e de recalques. A etapa executiva teve início em maio de 2012 e foi concluída em dezembro de 2013.

Inicialmente, os resíduos removidos foram acumulados temporariamente na faixa de domínio da rodovia, próximo aos locais onde as células seriam construídas. Após a conformação da base das células foi realizada a disposição dos resíduos e posterior cobertura final.

As atividades executivas realizadas tiveram efetivo acompanhamento da equipe de supervisão ambiental do empreendimento por meio de vistorias diárias, atuando na orientação e correção dos procedimentos adotados na construção das células, de modo a atender os aspectos técnicos do projeto, bem como as condicionantes exigidas no licenciamento.

O registro fotográfico apresentado neste trabalho é referente à execução da Célula 02, a qual possui a maior extensão (700 m).

RESULTADOS

• Execução do Projeto

O primeiro aspecto de relevância a ser considerado na concepção do projeto adotado foi o de envolver o menor deslocamento possível em relação aos locais onde foram identificados os pontos com depósito irregular de resíduos.

Outro aspecto fundamental na escolha da alternativa foi o de alocar as células entre o aterro da Rodovia e o dique de contenção existente para contenção das cheias do Rio dos Sinos, mantendo o passivo confinado na faixa de domínio, e proporcionando a estabilidade geotécnica do maciço de resíduos, conforme pode ser visualizado na Figura 1. Quanto aos métodos construtivos adotados, estes configuram constituintes comumente utilizados em projetos de aterros sanitários, os quais são detalhados na sequência.



Figura 1: Representação Gráfica do Projeto das Células. Fonte: Autores do trabalho.

Impermeabilização da base

Para a impermeabilização da base e do talude esquerdo das células (dique existente) foi utilizada uma camada de solo argiloso compactado com espessura de 50 cm e coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} cm.s⁻¹. O lado direito das células foi isolado pelo próprio aterro da Rodovia.

Disposição e Compactação dos Resíduos

Após a preparação da base da célula, foi realizada a disposição final e espalhamento dos resíduos com o uso de trator esteira e escavadeira hidráulica. Foram realizadas de três a seis passadas sucessivas com os equipamentos de modo a buscar o adensamento do maciço.

Conformação da Cobertura Final

A cobertura final das células foi constituída das seguintes partes:

- Camada drenante e instalação de drenos de gases: para possibilitar a drenagem de gases foi utilizada uma camada de areia na cobertura dos resíduos, funcionando também como proteção mecânica para a geomembrana. Já os drenos de gases foram utilizados não apenas para drenar biogás, possivelmente gerados com o passar do tempo, embora não fossem esperados em função da composição apresentada pelos resíduos, mas também para o alívio de pressões decorrentes do processo de adensamento natural do maciço.
- Instalação de Geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) de 1,0mm: a utilização do PEAD de 1,0mm sobre a camada de areia foi realizada considerando-se a necessidade de evitar a entrada de águas pluviais no sistema e, assim, não gerar percolado.
- Camada de solo compactado: sobre a geomembrana foi colocado uma camada de 30 cm de solo para proteção da manta e fixação da vegetação de cobertura final.
- Plantio de gramíneas: para a cobertura final das células foram colocadas leivas de gramíneas de modo a evitar o carreamento de partículas de solo com as chuvas e incorporar as células ao paisagismo da rodovia.

Isolamento da área

Foi realizado o cercamento do entorno das células de modo a delimitar a faixa de domínio da Rodovia e coibir a entrada de pessoas e animais. A seguir é apresentado o registro fotográfico referente à execução da Célula 02, compreendido entre a Figura 1 e a Figura 12.



Figura 1: Compactação da base da célula.



Figura 2: Compactação da base.



Figura 3: Disposição dos resíduos na célula.



Figura 4: Adensamento dos resíduos com trator esteira.



Figura 5: Camada de areia sobre os resíduos.



Figura 6: Instalação da geomembrana de PEAD.



Figura 7: Instalação dos drenos de gás.



Figura 8: Drenos instalados.



Figura 9: Componentes da cobertura final da célula.



Figura 10: Célula após execução da cobertura final.



Figura 11: Vista geral da célula antes do cercamento.



Figura 12: Vista geral da célula após cercamento.

No caso do passivo da BR-448, as amostragens que foram realizadas para a caracterização dos resíduos indicaram um percentual pouco significativo de material orgânico, não sendo prevista a formação de líquidos percolados e geração de biogás. Por isso, o projeto não considerou a execução de sistema de drenagem de líquidos, priorizando a cobertura superior dos resíduos com a utilização de geomembrana de PEAD para evitar a entrada de águas pluviais, impedindo a geração de percolato.

Ressalta-se que a cota final da superfície das células ficou abaixo da Rodovia, com declividade de 3%, de modo a facilitar a drenagem e minimizar o acúmulo de águas pluviais.

• **Monitoramento**

A fase de monitoramento contempla verificações de recalques e a instalação de cinco poços piezométricos, sendo um à

montante e quatro à jusante do sistema, nos quais são realizadas campanhas de coleta de amostras mensais para a verificação de parâmetros de qualidade das águas subterrâneas locais.

O monitoramento teve início em dezembro de 2013, logo após a execução das células. Até o momento, os resultados obtidos não indicam alterações que possam ser decorrentes da execução do projeto. Como o foco deste trabalho concentra-se na etapa construtiva das células, os resultados do monitoramento não serão apresentados.

CONCLUSÕES

Após a construção das células de encapsulamento pode-se aferir que as etapas executivas realizadas atenderam as especificações e condicionantes do projeto técnico e do documento licenciatório.

O método escolhido de encapsulamento geotécnico dos resíduos mostrou-se como uma alternativa adequada frente ao elevado volume de solo incorporado aos resíduos, fazendo com que as células atuem como uma barreira física de baixa permeabilidade.

Do ponto de vista executivo, apesar da técnica de confinamento de resíduos sólidos ser consolidada e amplamente utilizada, a construção das células constituiu-se como um grande desafio tanto para a equipe de supervisão ambiental quanto para a executora da obra, visto o ineditismo desta solução no segmento rodoviário.

Sob o viés econômico, representou o menor custo aos cofres públicos quando comparada com as demais possibilidades analisadas, pois, além do menor deslocamento para a disposição final dos resíduos, os equipamentos e mão-de-obra necessários para execução do projeto estavam mobilizados na construção da Rodovia.

A solução apresentou-se tecnicamente viável e ambientalmente adequada, haja vista que, restringindo o passivo na faixa de domínio da rodovia, considerou os menores impactos em relação ao transporte dos resíduos e também porque a Licença de Operação da Rodovia deverá prever a continuidade do monitoramento das estruturas.

Com o encerramento do monitoramento será possível verificar a eficácia dos sistemas de proteção adotados, de modo que se poderão identificar alterações na qualidade das águas subterrâneas que possam ser decorrentes da execução do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM). Autorização Geral n. 392/2012-DL. 2012.
2. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM). Autorização Geral n. 342/2013-DL. 2013.
3. Serviços Técnicos de Engenharia S.A. (STE). Projeto De Encapsulamento Dos Resíduos Classe II-A. PP 15 – 34. 2012.