



## RELATÓRIO Nº 7/NUMA/2022

**Assunto:** RELATÓRIO DE VIAGEM AO EXTERIOR - Pensilvânia, EUA - ALBERT TEIXEIRA CARDOSO & MARLON COLOMBO HOELZEL

*Missão técnico-científica, promovida pela Associação Brasileira do Carvão Mineral – ABCM, para conhecer as atividades relacionadas à recuperação ambiental de áreas degradadas pela mineração do carvão desenvolvida pelo Departamento Estadual de Proteção Ambiental da Pensilvânia - DEP.*

**Referência:** Processo n. 48035.001331/2022-18



*Carnegie Mellon University, Pittsburgh - Pensilvânia*

### 1. INTRODUÇÃO

No âmbito da Ação Civil Pública do Carvão – ACP Carvão (nº 93.8000533-4), que tem como objetivo a recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração do carvão no sul de Santa Catarina, o Serviço Geológico do Brasil SGB-CPRM foi designado pelo Ministério de Minas e Energia - MME para implementar obras e serviços de engenharia, iniciadas em 2013, para a recuperação dos passivos ambientais das extintas empresas: Carbonífera Treviso S/A (1.001,09 ha de áreas mineradas a céu aberto com uso de Dragline) e Companhia Brasileira Carbonífera Araranguá – CBCA (129,54 ha de área minerada por lavra subterrânea), além de áreas cuja a mineração foi encerrada antes de 1972 (71,00 ha). A ação governamental é de longo prazo e envolve grande volume de recursos financeiros, em função da extensão e da complexidade das áreas degradadas.

Neste contexto, a Associação Brasileira do Carvão Mineral – ABCM, composta de empresas também envolvidas na ACP do Carvão, vem desenvolvendo diversas atividades visando contribuir com informações técnicas para trazer as melhores práticas internacionais de forma a viabilizar de maneira sustentável a atividade carbonífera da região sul de Santa Catarina e, ao mesmo tempo, realizar a recuperação dos passivos ambientais, sendo este movimento um dos pilares da transição energética. Dentre essas atividades, a associação realiza seminários e missões técnicas para visitar projetos de

recuperação ambiental, centros de pesquisa e minas, que possam contribuir tecnologicamente com o desenvolvimento de um novo modelo setorial para o carvão catarinense.

As respectivas cartas convites encontram-se no **Anexo I**. Em função do convite, todos os trâmites legais para a participação na respectiva missão foram adotados, em concordância com a Instrução para Viagem ao Exterior, AAS 04.01 – 01 de Edição – 01 / 10 / 2010.

## 2. OBJETIVOS DA VIAGEM

O objetivo desta missão foi verificar “in loco” a viabilidade ambiental dos projetos desenvolvidos pelo DEP e a contribuição que essas tecnologias podem trazer para a melhoria da qualidade das atividades desenvolvidas no âmbito do Projeto de Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina, realizado pelo Serviço Geológico do Brasil. Vale lembrar que esta atuação do SGB com remediação de áreas degradadas por mineração é pioneira e tem elevado poder de replicar-se em outras regiões do país, associado a lavras de outros bens minerais. Obter conhecimento sobre estas possibilidades é de alto valor estratégico para o SGB.

## 3. PROGRAMAÇÃO OFICIAL DA VIAGEM

- 13/06/2022 (segunda-feira) – Chegada a Pittsburgh;
- 14/06/2022 (terça-feira) – reunião no hotel em Pittsburgh e início do tour em áreas com DAM nas regiões sul e oeste de Pittsburgh – 8:00 am

Pittsburgh Botanical Gardens (Completed Abandoned Mine Land (AML) Dangerous Highwall (DH) site).

Gladden AMDTP (Active Abandoned Mine Drainage Treatment Plant (AMDTP)).

Mather Refuse Pile (Completed - Cover/Cap Refuse pile reclamation project). e 4º projeto listado em “Mather Refuse Pile Abandoned Mine Reclamation Project, Greene County, Wins the 2016 Appalachian Regional Award” em: PA's Award Winning Reclamation Projects

Antes do grupo chegar em Johnstown, PA ou Ebensburg, PA para passar a noite: visita no Sistema de Tratamento passivo de DAM do Flight 93 National Memorial que pode ser visto em OSM Provides Grant to Flight 93 Memorial to Prevent Mine-Related Pollution, Improve Site - YouTube e Flight 93 National Memorial (U.S. National Park Service) (nps.gov).

- 15/06/2022 (quarta-feira) – visitas em campo no Condado de Cambria às 8:00 am:

Stackhouse Park (Completed Mine Opening and Dangerous Gas Mitigation Project).

Stineman Refuse Pile (Completed – Removal of refuse to Co-Generation Power Plant with /ash back haul). Ver anexo 4 and 1o projeto listado em “The Stineman Refuse Pile – Path of tthe Flood Trail Abandoned Mine Land Economic Revitalization Reclamation Project, Cambria County, Wins the 2021 Appalachian Regional Award” em: PA's Award Winning Reclamation Projects;

St. Michael Pile (Un-reclaimed Refuse Pile) - ver anexo 6 e St. Michael AMDTP (Active AMDTP).

Barnes-Watkins Refuse (Completed – Removal of refuse to Co-Generation Power Plant with /ash back haul). Ver 9o projeto listado em “Barnes-Watkins Refuse Pile Reclamation Project, Cambria County, Wins the 2010 AMR Award” em: PA's Award Winning Reclamation Projects

Blue Goose South (Completed Mine Opening Project). Ver OSM11\_4092\_101.1\_Blue\_Goose\_South.pdf (state.pa.us)

- 16/06/2022 (quinta-feira) – Visita no National Energy Tecnology Laboratory – NETL

Nesta reunião, será visitado projetos de captura de CO2 e discutido o Programa de Transição Energética do Governo Biden.

- 17/06/2022 (sexta-feira) – Reunião no PA-DEP Cambria District Office – Ebensburg, PA às 8:00 am

Nessa reunião, de caráter mais institucional, deverá estar presente o representante do MME do Brasil;

Reunião formal e apresentação oficial entre:

Brazilian Group

John Stefanko- Secretário de Operações de Minas Ativas e Abandonadas

Bill Allen – Diretor do Programa de Mineração

Dan Sammarco – Diretor de Mineração Ativa

Brian Bradley – Diretor de Minas Abandonadas

9:30 am – Visita à Vintondale Refuse Pile (Un-reclaimed and Currently in Construction – CoGen Removal).

11:00 am – visita na usina termelétrica de Seward Co-Generation Power Plant. Ver Seward Generation – Robindale Energy & Associated Companies.

#### 4. VISITAS TÉCNICAS

O conteúdo da participação dos técnicos nos eventos será detalhado nos seguintes itens:

##### 4.1. Histórico da mineração no estado da Pensilvânia - EUA

A mineração do carvão no estado da Pensilvânia teve início em meados do século dezoito, e foi fundamental no crescimento industrial de todo o país, sendo fonte primária para a indústria do aço no estado.

O pico da atividade aconteceu em 1918, com produção de 276 milhões de toneladas de carvão. No século XX o carvão foi fonte de energia fundamental durante a primeira e a segunda Guerra mundial, e após o declínio da indústria do aço, no fim da década de 1940, o uso do minério foi redirecionado para geração de energia elétrica.

##### 4.2. Degradação ambiental no estado da Pensilvânia

Nos primeiros 200 anos a mineração do carvão aconteceu sem os devidos cuidados ambientais e sem regulação, tendo sido extraídas 15 bilhões de toneladas. Dos 67 condados do estado, 43 possuem áreas de minas abandonadas, totalizando mais de 100.000 hectares de áreas degradadas, representando um terço das áreas degradadas pela mineração de todo país (Figura 01).

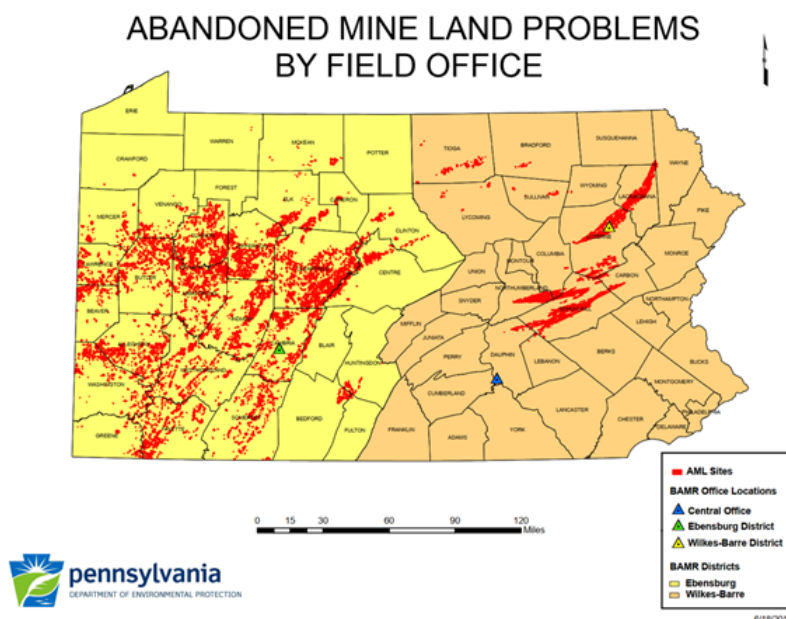


Figura 01. Mapa de situação das áreas degradadas pela mineração do carvão.

### 4.3. Recuperação Ambiental

Em 1977 foi criada lei federal de “Controle e Recuperação de Mineração de Superfície”. Esta lei também criou um fundo para recuperação e o Escritório de Mineração de Superfície (OSM), responsável por promulgar regulamentos, financiar esforços regulatórios e de recuperação dos estados. O OSM definiu as seguintes prioridades para intervenções:

Prioridade 1 - proteção da saúde pública, segurança e propriedades do perigo extremo de efeitos adversos das práticas de mineração de carvão;

Prioridade 2 - a proteção da saúde e segurança pública dos efeitos adversos das práticas de mineração de carvão;

Prioridade 3 - a restauração dos recursos terrestres e hídricos e do meio ambiente anteriormente degradados pelos efeitos adversos das práticas de mineração de carvão.

### 4.4. 4.4. Pontos Visitados

4.4.1. Ponto 01 – 14/06/2022: Área minerada à céu aberto em 1940 formando cava com paredes íngremes. Não ocorre geração de drenagem ácida de mina. Atualmente não está prevista uma recuperação para essa área.



Figura 2A. Pilhas de estéril de cobertura com vegetação espontânea em estágio de desenvolvimento.



Figura 2B. Habitações ao lado de área minerada a céu aberto, com vegetação espontânea em desenvolvimento.

4.4.2. Ponto 02 – 14/06/2022: Tratamento passivo de DAM, originada em mina de subsolo, com objetivo de neutralização e precipitação de metais. Leito composto por calcário de granulometria fina, com manutenção a cada 5 anos. Água ingressa no sistema com pH em torno de 5.





Figura 3. Estação de tratamento passivo de DAM.

4.4.3. Ponto 03 – 14/06/2022: Presença de rejeito carbonoso e drenagem ácida de mina ao lado de rodovia, com geração de drenagem ácida de mina.



Figura 4A. Rejeito de carvão com geração de DAM.



Figura 4B. Rejeito de carvão com geração de DAM ao lado de rodovia.

4.4.4. Ponto 04 – 14/06/2022: Área degradada por depósito de rejeito com projeto de recuperação implantado recentemente. Nesta metodologia de recuperação, os rejeitos são parcialmente removidos, e destinados para queima. Ao solo, ainda com grande quantidade de material carbonoso, é

incorporado argila, calcário e fertilizantes para possibilitar a fixação da vegetação. É esperada a geração de DAM a curto e médio prazo, tendendo á estabilização depois da formação de um solo orgânico bem desenvolvido.



Figura 5A. Área de depósito de rejeitos de carvão recuperada.



Figura 5B. Detalhe da presença de material carbonoso no solo de área recuperada.

4.4.5. Ponto 05 – 14/06/2022: Estação de tratamento de água subterrânea. Tratamento é composto por Sistema de aeração e adição de água oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para precipitar metais pelo método de oxidação. Efluentes entram no sistema com pH próximo de 5, necessitando eventualmente de neutralização. Mina de calcário se localiza a aproximadamente 25 km do local. Fluxo médio do sistema é de 50 litros por segundo.



Figura 6A. Tanque de decantação do lodo de precipitação de metais.



Figura 6B. Detalhe da reação de precipitação de metais pelo método da oxidação.



Figura 6C. Detalhe da evolução do corpo receptor após a implantação do sistema de tratamento.

4.4.6. Ponto 06 – 14/06/2022: Projeto Muse. Projeto para recuperação de uma área de 5 acres (2 hectares) com depósito de rejeito de carvão, com pilhas de 10 a 15 metros. Projeto propõem remodelar o terreno para eliminar os perigos de saúde e segurança e a inserção de material neutralizante para possibilitar crescimento da vegetação. Pilhas de rejeito com feições de combustão espontânea (tonalidade avermelhada). Material será utilizado na produção de energia elétrica.





Figura 7A. Pilha de rejeito que será utilizada na produção de energia elétrica.



Figura 7B. Pilha de rejeito com feições de combustão espontânea (manchas avermelhadas).

4.4.7. Ponto 7 – 14/06/2022: Muro de contenção edificado para estabilizar pilhas de rejeito ao lado de curso d'água, com presença de drenagem ácida de mina.



Figura 8A. Obra de contenção para conter pilhas de rejeito em área urbana.





Figura 8B. Córrego com presença de DAM ao lado de pilhas de rejeito.



Figura 8C. Detalhe da edificação do muro de contenção.



Figura 8D. Muro de contenção com efeitos de congelamento do solo, que causam problemas estruturais.

4.4.8. Ponto 8 – 14/06/2022: Projeto WOODVILLE WEST. Talude de corte em área urbana com afloramento da camada de carvão, com intercalação de arenitos finos e siltitos carbonosos. O baixo teor de enxofre é evidenciado pela ausência de sulfetos visíveis à olho nu. Projeto visa reparar ou substituir o selo de fechamento de uma mina de encosta existente que está extremamente deteriorado e representa perigo para pessoas próximas à área.



Figura 9. Talude de corte com afloramento da camada de carvão.

4.4.9. Ponto 9 – 14/06/2022: Projeto Hope Hollow Discharge. Surgência de drenagem ácida de mina em subsidência de mina em área urbana, com repentino aumento de volume. Projeto em fase de planejamento, tem como objetivo a diminuição do volume da surgência.



Figura 10A. Surgência de DAM em área urbana.



Figura 10B. Surgência de DAM em área urbana, com escoamento sobre pavimento de estabelecimento comercial.



4.4.10. Parque Stakehouse– 15/06/2022: Visita ao Shaft da Cambria Stell, de uma mina da década de 1920. Objetivo: eliminar as preocupações de saúde e segurança pública causadas pela presença de uma abertura vertical de mina com 105 m de profundidade.



Figura 11A. Detalhe da época de construção do selo de fechamento.



Figura 11B. Selo de fechamento com memorial.

4.4.11. Stineman Refuse Pile 15/06: Projeto de recuperação com remoção dos rejeitos e incorporação de calcário e fertilizantes diretamente ao solo. O rejeito removido foi utilizado em termoelétrica, e o material carbonoso restante é mantido na área. Ocorre geração de drenagem ácida de mina, que altera negativamente a qualidade dos recursos hídricos, e não há sistema de monitoramento sistemático das áreas recuperadas. Área utilizada para lazer, com pista de caminhada e bancos de praça colocados por empresas privadas.





Figura 12A. Área degradada pela deposição de rejeito da mineração do carvão.



Figura 12B. Área recuperada pela metodologia de incorporar materiais alcalinos e fertilizantes diretamente no solo contaminado por rejeito de carvão.



Figura 12C. Estágio atual da área recuperada, com vegetação rasteira em desenvolvimento.



Figura 12D. Detalhe da presença de material carbonoso no solo recuperado.

4.4.12. Planta tratamento DAM St. Michael – 15/06: Estação de tratamento de água subterrânea com objetivo de rebeixar o nível freático, possibilitando a operação de uma mina de carvão abaixo de níveis já minerados. Água ingressa com pH próximo de 5,5 e a precipitação de metais é realizada por oxidação, a partir de aeração e adição de água oxigenada.



Figura 13A. Visão geral da estação de tratamento e pilhas de rejeito de carvão ao fundo.



Figura 13B. Tanque de sedimentação para precipitação de metais pelo processo de oxidação e neutralização.

4.4.13. Pilha Rejeito Barnes-Watkins – 15/06: Projeto de recuperação de área com rejeito, com incorporação dos insumos de fertilização no próprio rejeito carbonoso, após remoção do material apropriado para a queima. Presença de corpo hídrico ao lado da área recuperada, com presença de drenagem ácida de mina.



Figura 14A. Imagem da área degradada pela disposição de rejeito.



Figura 14B. Pilha de rejeito utilizada para a geração termoelétrica.



Figura 14C. Córrego ao lado da área com rejeitos, com presença de DAM.





Figura 14D. Área após a recuperação, com utilização para atividades de esporte e lazer.

4.4.14. Subsidência em área rural dia 15/06: Projeto de contenção de subsidência de mina em área rural, realizado com equipe própria do DEP. Não há surgência de drenagem ácida.



Figura 15A. Local da subsidência de mina.

4.4.15. Reunião com diretores do DEP – 16/06: Pauta: Procedimentos de recuperação das minas abandonadas, dúvidas relacionadas às minas ativas e dúvidas relacionadas às garantias das minas ativas para segurança do passivo ambiental (tema atualmente discutido em SC).



Figura 16. Reunião com diretores do DEP.

4.4.16. 16/06 – Área de Extração de Rejeito de Carvão: Área de rebeneficiamento de rejeito de carvão, para utilização in natura na geração termoelétrica. Presença de sinais de autocombustão e ausência de sulfetos visíveis a olho nu.



Figura 17A. Área de extração de rejeito de carvão.



Figura 17B. Detalhe do rejeito com material carbonoso.

4.4.17. Seward Generation Plant – 16/06: Termoelétrica para queima exclusiva de rejeitos do carvão. Adição de calcário durante a queima possibilita o uso das cinzas como alcalinizante nos projetos de recuperação das áreas degradadas.



Figura 18A. Termoelétrica para queima de rejeitos de carvão.



Figura 18B. Termoelétrica para queima de rejeitos de carvão e pátio de estocagem de calário.

4.4.18. Reunião NETL – 17/06: Reunião com NTEL, com destaque para o projeto de obtenção de elementos terras raras como sub produto do tratamento de drenagem ácida de mina.



Figura 19A. Apresentação de projetos de pesquisa desenvolvidos pelo NTEL, relacionados ao carvão.



Figura 19B. Apresentação de projetos de pesquisa desenvolvidos pelo NTEL, relacionados à captura de carbono.

4.4.19. Reunião 17/06: Reunião com representantes da West Virginia University, com apresentação de projetos de captura e armazenagem de CO<sub>2</sub>.





Figura 20A. Apresentação de projetos de pesquisa desenvolvidos pela West Virginia University relacionados à captura e armazenagem de CO<sub>2</sub>.



Figura 20B. Visita à Carnegie Mellon University, com pesquisadores da West Virginia University.

## 5. CONCLUSÕES

A partir das visitas técnicas realizadas, é possível concluir que no passivo ambiental da mineração do carvão no estado da Pensilvânia, embora muito mais extenso, os impactos ambientais causados pela drenagem ácida de mina são menos agressivos que no Sul Catarinense, principalmente devido aos níveis de enxofre mais reduzidos e aos valores de pH mais elevados.

A existência de usinas termoeletricas exclusivas para queima de rejeito é viável devido à alta qualidade do rejeito encontrado naquela região, com eficiência de queima muito superior aos rejeitos encontrados na região Sul Catarinense. Durante a queima destes rejeitos, ocorre a adição de calcário, tornando as cinzas alcalinas, possibilitando o uso como neutralizante nos projetos de recuperação ambiental.

A existência de minas de calcário próximas de áreas degradadas permite a sua utilização em projetos de recuperação. A proximidade das minas de calcário também reduz o custo de operação de estações de tratamento de drenagem ácida de mina.

A metodologia de recuperação das áreas degradadas com rejeito de carvão a partir da incorporação de alcalinizantes e de elementos de fertilização do solo diretamente nos estéréis, apresenta um custo menor, contudo o prazo para atingir a estabilidade ambiental é maior quando comparado com o método utilizado na Bacia Carbonífera. A metodologia adotada na Pensilvânia pode ser uma boa alternativa para garantir uma maior estabilidade a longo prazo, tendo em vista que não há riscos de erosão e remoção da cobertura seca, como no caso do Sul Catarinense.

## 6. RECOMENDAÇÕES

A missão possibilitou conhecer uma nova visão frente a problemática dos passivos ambientais mineiros e seus impactos associados. O *DEP* é responsável pela formulação dos projetos e também pela execução das obras de recuperação ambiental no estado da Pensilvânia, além de desenvolver atividades de pesquisa em conjunto com o Serviço Geológico dos Estados Unidos (*USGS*), que possui diversas unidades de pesquisas no estado da Pensilvânia denominadas de Centro de Ciências da Água da Pensilvânia (*Pennsylvania Water Science Center*). Tais unidades são referência em pesquisa em áreas como: hidrologica, geoquímica, hidrogeologia e geofísica, inclusive com pesquisador que é referência internacional na pesquisa com áreas abandonadas pela mineração, Dr. Charles A Cravotta (<https://www.usgs.gov/staff-profiles/charles-cravotta>). Neste sentido, acreditamos que seria de grande valia a realização de parceria/convênio do SGB com este órgão de referência.

## 7. AGRADECIMENTOS

De forma geral, agradecemos pelo apoio recebido pelo Serviço Geológico do Brasil, principalmente pela Superintendência Regional de Porto Alegre (SUREG-PA), pelo Departamento de Gestão Territorial (DEGET), e pela Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT, sem o qual a missão não poderia ter sido viabilizada. Também agradecemos enormemente a dedicação e empenho da Assessoria de Assuntos Internacionais e sua equipe, os quais foram determinantes no sucesso da missão. Esperamos que o conhecimento adquirido e os potenciais desdobramentos técnico-institucionais se convertam em benefícios para o Serviço Geológico do Brasil e para toda a sociedade brasileira.

Criciúma, 03 de agosto de 2022.

### ANEXOS:

- I. Carta Convite da Associação Brasileira do Carvão Mineral – ABCM (0949149);
- II. Extrato Diário Oficial - Autorização de Afastamento do País (0992662).



Documento assinado eletronicamente por **ALBERT TEIXEIRA CARDOSO, Pesquisador(a) em Geociências**, em 03/08/2022, às 09:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARLON COLOMBO HOELZEL, Coordenador(a) Executivo(a)**, em 03/08/2022, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [sei.cprm.gov.br/autenticidade](http://sei.cprm.gov.br/autenticidade), informando o código verificador **1106058** e o código CRC **E9D3F60A**.