



ENSINO MÉDIO – FEMIC JOVEM

Laura Napoli Caldeira Silva

Melissa Ferreira Santos

Rafael Coelho de Freitas

Wellington Nora Soares

Gracielle Pereira Pimenta Bragança

Vivian Araújo Mendonça

Escola SESI Alvimar Carneiro de Rezende

Contagem – MG - Brasil



mineraecosmartsesi@gmail.com

MineraEcoSmart: Integrando algas, plantas aquáticas e educação STEM para avanços sociambientais na mineração de Brumadinho - MG



Fonte: Imagem criada com elementos do Canva, 2025.



Fonte: Foto de autoria própria (Projeto MineraEcoSmart, 2025).

Apresentação



- A mineração é fundamental para o desenvolvimento econômico, fornecendo minerais para diversos setores industriais. No entanto, seus processos geram resíduos, exigindo manejo adequado para evitar maiores danos ao ambiente.
- O trabalho surgiu das experiências dos autores, que vivenciaram os impactos ambientais causados pelos resíduos gerados no processo de mineração no quadrilátero ferrífero (**Brumadinho – 2019**) e, a partir dessas vivências, sentiram a necessidade de desenvolver alternativas práticas e sustentáveis que beneficiassem tanto o setor produtivo quanto a sociedade.
- Principais resíduos gerados no processo de mineração: **CO₂, metais pesados e lama**, segundo a consultoria da Vale e Furnac.

Objetivos



- Analisar a eficiência de um sistema automatizado, baseado em Arduino e Inteligência Artificial, no cultivo de *Chlorella vulgaris* e *Pistia stratiotes* para a remoção de CO₂ e metais pesados de efluentes da mineração, com posterior aproveitamento da biomassa vegetal e algal, juntamente à lama residual, na fabricação de tijolos ecológicos.
- Firmar parcerias com UFMG e UEMG para a validação técnico-científica do sistema.
- Alinhar o sistema às estratégias preventivas da Defesa Civil e dos Bombeiros.
- Divulgar os resultados para empresas, universidades e comunidade local, incentivando práticas sustentáveis.

Metodologia (Parcerias técnico-científicas)

- Após a visita à Vale e à Furnac para identificar os principais poluentes gerados pela mineração, estabelecemos parcerias técnico-científicas com a UEMG e a UFMG, visando ao desenvolvimento do trabalho, que envolve o cultivo de plantas e algas, bem como a análise da água após o tratamento.



Fonte: Logomarca da UFMG. Uso institucional para fins educativos.
Todos os direitos pertencem à Universidade Federal de Minas Gerais.



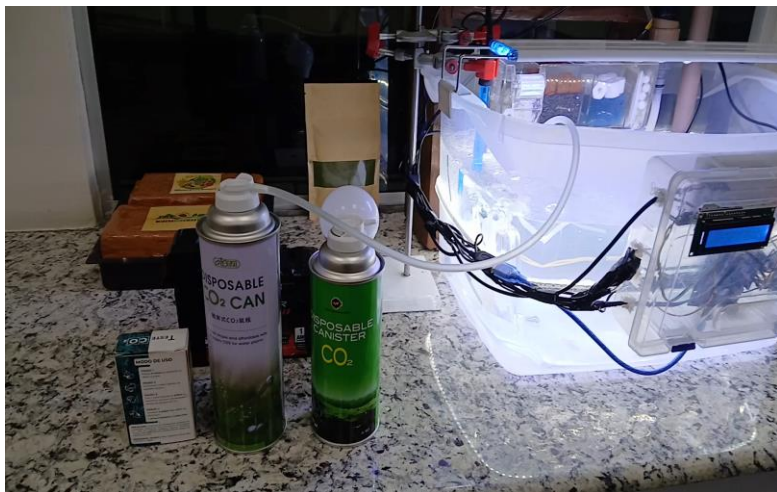
Fonte: Foto de autoria própria (Projeto MineraEcoSmart, 2025).



Fonte: Logomarca da UEMG. Uso institucional para fins educativos.
Todos os direitos pertencem à Universidade do Estado de Minas Gerais.

Nosso protótipo (Cultivar algas e vegetais de forma automatizada)

Foi desenvolvido um protótipo para o tratamento de águas provenientes da mineração, contendo metais como ferro, cromo e cobre. O sistema é automatizado por meio de um Arduino, programado em linguagem C++, que monitora e controla parâmetros essenciais — pH, temperatura e oxigênio dissolvido — garantindo condições ideais para que plantas e algas alcancem seu máximo desempenho e bioacumulem os metais em seus tecidos.



A eficácia do tanque automatizado será comparada à de um tanque sem automação.



Protótipo com todos parâmetros Automatizados:

Temperatura, CO_2 , pH, O_2 dissolvido e luminosidade.

Nutrientes fornecidos às plantas e algas:



Nitrato de Cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) a 40 g/L, Metassilicato de Sódio (Na_2SiO_3) a 25 g/L, Cloreto de Ferro III (FeCl_3) a 0,8 g/L, Sulfato de Magnésio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) a 25 g/L, Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) a 20 g/L e Fosfato de Potássio Bibásico (K_2HPO_4)

Resultados alcançados



9ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Tanques automatizados – Parâmetros estáveis – Após 10 dias

Metal	Concentração Inicial (mg/L)	Metal Total (mg/30 L)	% Remoção <i>Pistia stratiotes</i>	% Remoção <i>Clorella vulgaris</i>
Cu^{2+}	1,0	30,0	55,68%	85,3%
Fe^{2+}	1,0	30,0	33,78%	56,4%
Cr^{6+}	1,0	30,0	28,98%	33,6%

Tanques não automatizados – Variação ambiental – Após 10 dias

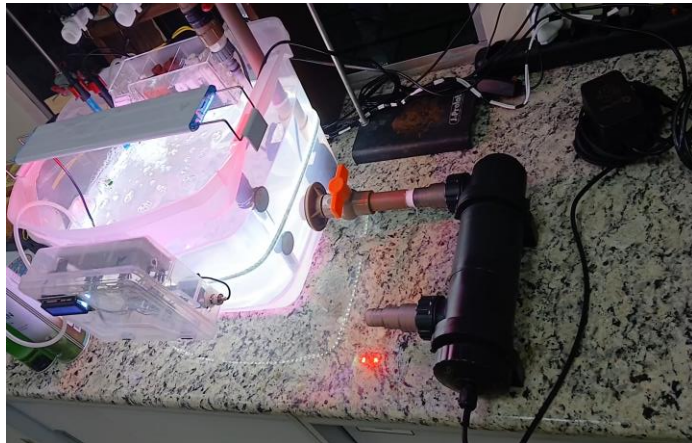
Metal	Concentração Inicial (mg/L)	Metal Total (mg/30 L)	% Remoção <i>Pistia stratiotes</i>	% Remoção <i>Clorella vulgaris</i>
Cu^{2+}	1,0	30,0	24,78%	48,2%
Fe^{2+}	1,0	30,0	22,0%	24,6%
Cr^{6+}	1,0	30,0	17,56%	18,1%



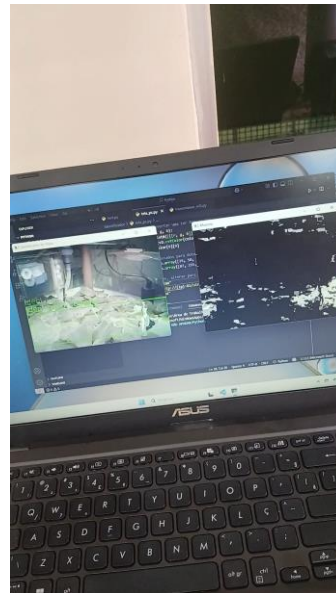
Fonte: Foto de autoria própria (Projeto MineraEcoSmart, 2025).

Resultados alcançados

A água, já livre dos metais, foi submetida à radiação UV antes de ser descartada, a fim de impedir que possíveis resíduos de algas causassem eutrofização em corpos hídricos.



A Inteligência Artificial desenvolvida para o protótipo identificava o momento ideal de colheita das plantas por meio da comparação com um banco de imagens e vídeos. O sistema foi implementado em Python.



A biomassa de plantas e algas, por sua vez, foi incorporada à lama resultante do processo de mineração para a fabricação de tijolos ecológicos (lama do Paraopeba – Brumadinho - MG).



Aplicabilidade dos resultados no cotidiano da sociedade

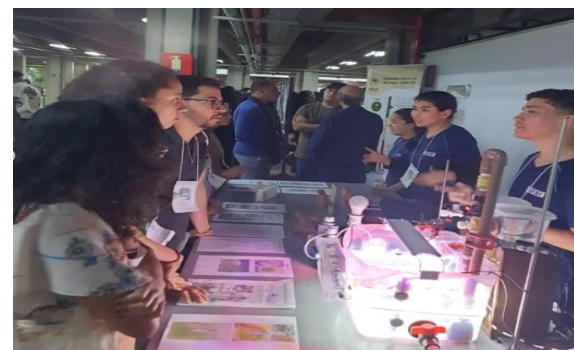
Os resultados foram apresentados à **Defesa Civil** de Contagem e ao **Corpo de Bombeiros**, com o objetivo de alinhar o sistema às estratégias preventivas adotadas por esses órgãos.



Na reunião da Câmara da Indústria, realizada na **FIEMG**, os resultados foram apresentados aos principais acionistas do setor de mineração, como proposta para a redução da geração de resíduos provenientes da atividade mineradora.



Na **UFMG**, o trabalho foi apresentado à comunidade científica durante o I Encontro de Educação Botânica e Ambiental, com o objetivo de divulgar a proposta e formar multiplicadores.



O trabalho já foi divulgado e é utilizado pela comunidade quilombola **Arturos**, em Contagem, e será apresentado ao Acampamento Pastorinhas, em Brumadinho, MG.

Criatividade e inovação



Criatividade

- 1 - Uso de bioabsorventes e bioacumuladores (algas e plantas) para remover metais pesados, uma solução ecológica e pouco explorada no contexto da mineração.
- 2 - Proposta de reaproveitamento das algas e plantas na fabricação de tijolos sustentáveis.
- 3 - Divulgação científica acessível por meio de apresentações públicas, feiras, empresas e espaços comunitários, aproximando ciência e sociedade.

inovação

- 1- Automatização do cultivo de algas e plantas, o que pode otimizar tempo, recursos e eficiência na absorção de metais pesados.
- 2 - Integração de sustentabilidade, automação e reaproveitamento de resíduos em um único sistema.
- 3 - Potencial para ser aplicado em áreas impactadas pela mineração, contribuindo para recuperação ambiental de forma econômica e replicável.

Considerações finais



O MineraEcoSmart propõe soluções sustentáveis para o reaproveitamento de resíduos da mineração, com foco em inovação e responsabilidade socioambiental. Através da aplicação de tecnologias acessíveis, como cultivo de algas biossorventes e automação, o projeto contribui para a recuperação de áreas impactadas. Além disso, estimula a educação STEM e a conscientização ambiental. Os resultados demonstram viabilidade técnica, social e econômica.

Agradecemos à UEMG e à UFMG pelas valiosas parcerias técnico-científicas, que enriqueceram todo o desenvolvimento do projeto, e à administração do SESI pelo apoio pedagógico fundamental durante todo o processo



9ª Feira Mineira de Iniciação Científica



De 08 a 28 de novembro de 2025



Realização



Associação Mineira de
Pesquisa e Iniciação Científica

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE MINAS GERAIS



Apoiadores e parceiros

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

