



As **engenharias** agregando conhecimento em setores emergentes de **pesquisa e desenvolvimento 2**

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022



As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0141-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.414222104>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

MINIATURIZAÇÃO DE UM ARRANJO LOG-PERÍODICO QUASE-FRACTAL DE ANTENAS DE MICROFITA PARA APLICAÇÕES EM REDES DE COMUNICAÇÃO SEM FIO NA FAIXA DE 2,44 GHZ

Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira

Pedro Carlos de Assis Júnior

Vinícius Nunes de Queiroz

Marcos Lucena Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221041>

CAPÍTULO 2..... 14

A NORMATIZAÇÃO COMO MEIO DE INCENTIVO A DISSEMINAÇÃO DAS MICRORREDES ATRAVÉS DE POLÍTICA DE IMPOSTO E TARIFAÇÃO

Kelda Aparecida Godói dos Santos

Pedro André Zago Nunes de Souza

André Nunes de Souza

Haroldo Luiz Moretti do Amaral

Fábio de Oliveira Carvalho

Pedro da Costa Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221042>

CAPÍTULO 3..... 27

ESTUDO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA VIA IOT EM RESERVATÓRIO COM CONTROLE DE NÍVEL AUTOMATIZADO

Eduardo Manprin Silva

Luís Miguel Amâncio Ribeiro

Selton de Jesus Silva da Hora

Rogério Luis Spagnolo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221043>

CAPÍTULO 4..... 34

SISTEMA SUPERVISÓRIO E CONTROLE MIMO ATRAVÉS DE LÓGICA

Márcio Mendonça

Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin

Marta Rúbia Pereira dos Santos

Carlos Alberto Paschoalino

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Francisco de Assis Scannavino Junior

José Augusto Fabri

Edson Hideki Koroishi

André Luís Shiguemoto

Celso Alves Corrêa

Kazuyochi Ota Junior

Odair Aquino Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221044>

CAPÍTULO 5..... 50

EMPILHADEIRA AUTOMÁTICA

Camila Baleiro Okado Tamashiro

Edison Hernandez Belon

Gabriel Pucharelli Molina

Filipe Cortez

Joao Victor de Elmos da Silva

Joao Vitor da Silva Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221045>

CAPÍTULO 6..... 53

INTENSIVE RAINFALLS AND IONIZING RADIATION MEASUREMENTS IN FEBRUARY 2020 IN SÃO JOSÉ DOS CAMPOS BRAZIL REGION

Inacio Malmonge Martin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221046>

CAPÍTULO 7..... 62

ANÁLISE DE FALHA DE QUEBRA DE MANCAL SNH517 EM FERRO FUNDIDO CINZENTO EN GJL-200 (EN 1561) EM REGIME DE TRABALHO

Cristofer Vila Nova Fontes

Marcelo Bergamini de Carvalho

João Mauricio Godoy

Sérgio Roberto Montoro

Amir Rivaroli Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221047>

CAPÍTULO 8..... 71

PULSE TRANSIT TIME DETECTS CHANGES IN BLOOD PRESSURE IN RESPONSE TO GALVANIC VESTIBULAR STIMULATION AND POSTURE

Adriana Pliego Carrillo

Rosario Vega

Daniel Enrique Fernández García

Claudia Ivette Ledesma Ramírez

Enrique Soto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221048>

CAPÍTULO 9..... 78

EVIDENCIA INICIAL DE LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN DE EMPRESAS COLOMBIANAS A LA PANDEMIA CAUSADA POR EL SARS-COV2

Lucas Adolfo Giraldo-Ríos

Jenny Marcela Sanchez-Torres

Diana Marcela Cardona Román

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221049>

CAPÍTULO 10..... 85

AVALIAÇÃO DO CONFORTO HUMANO DE PISOS MISTOS (AÇO-CONCRETO)

SUBMETIDOS A CARGAS DINÂMICAS RÍTMICAS

Elisângela Arêas Richter dos Santos

Karina Macedo Carvalho

Miguel Henrique de Oliveira Costa

José Guilherme Santos da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210410>

CAPÍTULO 11..... 100

PANORAMA DAS POLÍTICAS DE PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPP'S) EM AEROPORTOS BRASILEIROS

Débora Comin Dal Pozzo

Caroline Miola

Humberto Anselmo da Silva Fayal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210411>

CAPÍTULO 12..... 112

ENCERRAMENTO DE ATIVIDADE INDUSTRIAL: DIRETRIZES PARA DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE DESATIVAÇÃO

Loiva Zukovski

Marlene Guevara dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210412>

CAPÍTULO 13..... 125

USO DE INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ANÁLISE DOS IMPACTOS DO USO PÚBLICO NO PARQUE NACIONAL DO PAU BRASIL, PORTO SEGURO - BA

Bianca Rocha Martins

Michele Barros de Deus Chuquel da Silva

Gabriela Narezi

Valter Antonio Becegato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210413>

CAPÍTULO 14..... 138

AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE MATURIDADE DE CULTURA DE SEGURANÇA EM ORGANIZAÇÃO DO TERCEIRO SETOR

Rodrigo Ferreira de Azevedo

Gilson Brito Alves de Lima

Licínio Esmeraldo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210414>

CAPÍTULO 15..... 152

THE EVOLUTION OF REGULATION OF THE AIR NAVIGATION ACTIVITY IN BRAZIL

Marcus Vinicius do Amaral Gurgel

Jefferson Luis Ferreira Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210415>

CAPÍTULO 16..... 169

ESTUDO DE *BACKGROUND* GEOQUÍMICO ambiental em ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (aid) DA MINERAÇÃO

Flávio de Moraes Vasconcelos
Gabriel Melzer Aquino
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho
João Santiago Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210416>

CAPÍTULO 17..... 183

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DRENAGEM ÁCIDA E LIXIVIAÇÃO DE METAIS EM PILHAS DE ESTÉRIL E BARRAGEM DE REJEITOS DE MINERAÇÃO

Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho
Flávio de Moraes Vasconcelos
Hairton Costa Ferreira
Marcos Rogério Palma
Denner Dias Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210417>

CAPÍTULO 18..... 197

ESTUDO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA DA CAVA DA MINERAÇÃO RIACHO DOS MACHADOS PARA DESCARTE DO EFLUENTE

Flávio de Moraes Vasconcelos
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho
Igo de Souza Tavares
Ernesto Machado Coelho Filho
Luiz Lourenço Fregadolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210418>

CAPÍTULO 19..... 204

MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA: MÉTODO DO MOLINETE NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ (RONDÔNIA)

Renato Billia de Miranda
Frederico Fábio Mauad
Denise Parizotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210419>

CAPÍTULO 20..... 218

APLICAÇÃO DE MATRIZ FILTRANTE DESFLUORETADORA, COMPOSTA POR SISTEMA CÉRIA/CARVÃO ATIVADO DE COCO (*Coccus nucifera* L.), EM ÁGUAS COMPLEXAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Carlos Christiano Lima dos Santos
Poliana Sousa Epaminondas Lima
João Jarllys Nóbrega de Souza
Tainá Souza Silva
Rodrigo Lira de Oliveira
Carlo Reillen Lima Martins

Ilauro de Souza Lima
Ana Sabrina Barbosa Machado
Maria Soraya Pereira Franco Adriano
Alexandre Almeida Júnior
Isabela Albuquerque Passos Farias
Fabio Correia Sampaio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210420>

CAPÍTULO 21.....233

RESPONSIBLE MANAGEMENT OF XANTHATES TO ENSURE THE SUSTAINABILITY OF MINING INDUSTRIES IN LATIN AMERICA

Maria Andrea Atusparia Cierro
Fredy Castillejo
Gloria Valdivia
María Atusparia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210421>

CAPÍTULO 22.....251

COBERTURA DE PILHA DE ESTÉRIL EM CLIMAS SEMI-ÁRIDOS

Flávio de Moraes Vasconcelos
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho
Michael Milczarek
Rodrigo Dhryell Santos
Luiz Lourenço Fregadolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210422>

CAPÍTULO 23.....258

SÍNTESE E QUEBRA DE EMULSÃO ÓLEO EM ÁGUA (O/A) VIA AQUECIMENTO E ADITIVAÇÃO COM NONILFENOL POLIETOXILADO

Heithor Syro Anacleto de Almeida
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega
Diego Ângelo de Araújo Gomes
Rafael Stefano Costa Mallak,
Francisco Klebson Gomes dos Santos
Alyane Nataska Fontes Viana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210423>

CAPÍTULO 24.....268

DESESTABILIZAÇÃO DE EMULSÃO (O/A) DO PETRÓLEO BRUTO UTILIZANDO ÁLCOOL LAURÍLICO ETOXILADO ALIADO A VARIAÇÃO DA TEMPERATURA

Rafael Stefano Costa Mallak
Heithor Syro Anacleto de Almeida,
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega
Francisco Klebson Gomes dos Santos
Alyane Nataska Fontes Viana
Diego Angelo de Araujo Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210424>

CAPÍTULO 25.....	280
ESTUDIO PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN POR MEDIO DELA COMBUSTIÓN DEL GAS METANOS IN REALIZAR UNA RECUPERACIÓN ENERGÉTICA Vilma Del Mar Amaya Gutiérrez  https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210425	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	285
ÍNDICE REMISSIVO.....	286

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DRENAGEM ÁCIDA E LIXIVIAÇÃO DE METAIS EM PILHAS DE ESTÉRIL E BARRAGEM DE REJEITOS DE MINERAÇÃO

Data de aceite: 01/02/2022

Data da submissão: 05/03/2022

Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho

Hidrogeo Engenharia e Gestão de Projetos
Belo Horizonte – MG
<http://lattes.cnpq.br/0842775933272753>

Flávio de Moraes Vasconcelos

Hidrogeo Engenharia e Gestão de Projetos
Belo Horizonte – MG
<http://lattes.cnpq.br/1482366665858095>

Hairton Costa Ferreira

Hidrogeo Engenharia e Gestão de Projetos
Belo Horizonte – MG
<http://lattes.cnpq.br/1562023823984090>

Marcos Rogério Palma

Pilar de Goiás Desenvolvimento Mineral/
Equinox Gold
Pilar de Goiás – GO

Denner Dias Ribeiro

Pilar de Goiás Desenvolvimento Mineral/
Equinox Gold
Pilar de Goiás – GO

RESUMO: As pilhas de estéril e a barragem de rejeito são as principais fontes de potencial contaminação dos recursos hídricos em uma área de mineração. Para fins de gestão ambiental destas fontes de contaminação, foi realizado um trabalho de caracterização e avaliação do potencial de geração de drenagem ácida de rocha e lixiviação de metais dessas estruturas. Foram

coletadas 48 amostras das pilhas de estéril e 10 amostras do material depositado na barragem de rejeitos. As amostras foram analisadas segundo as metodologias MABA, NAG, SPLP e ABNT NBR 10.006:2004. Concluiu-se que apesar de apresentar sulfetos, devido a capacidade de neutralização da acidez da geologia local (presença de carbonatos), o potencial de geração de drenagem ácida é pouco provável, ou inexistente. Observou-se baixo potencial de solubilização de compostos inorgânicos, com a exceção para os seguintes parâmetros: alumínio, arsênio, cianeto, prata e sulfato.

PALAVRAS-CHAVE: Oxidação de Sulfetos; Drenagem Ácida de Mina; Lixiviação de Metais.

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL FOR ACID DRAINAGE AND METAL LEECHING IN WASTE ROCK DUMPS AND TAILINGS DAM

ABSTRACT: Waste rock dumps and tailings dam are the main sources of potential contamination of water resources in a mining area. For the purposes of environmental management of these sources of contamination, work was carried out to characterize and assess the potential for generating acidic rock drainage and metal leaching from these structures. Forty-eight samples were collected from the waste rock dumps and 10 samples of the material deposited in the tailings dam. The samples were analyzed according to the MABA, NAG, SPLP and ABNT NBR 10.006: 2004 methodologies. It was concluded that despite presenting sulfides, due to the ability to neutralize the acidity of local geology

(presence of carbonates), the potential for generating acid mine drainage is unlikely, or non-existent. A low solubilization potential of inorganic compounds was observed, except of the following parameters: aluminum, arsenic, cyanide, silver, and sulfate.

KEYWORDS: Sulfide Oxidation; Acid Mine Drainage; Metal Leaching.

1 | INTRODUÇÃO

A drenagem ácida de mina (DAM) é formada pela oxidação natural de minerais de sulfeto quando expostos ao ar e a água. Ao mesmo tempo podem ocorrer reações na interface dos minerais que podem gerar alcalinidade em solução. Atividades que envolvem a escavação de rochas que possuem minerais sulfetados, como a mineração, aceleram o processo de oxidação desses sulfetos, pois tais atividades aumentam a exposição desses minerais ao intemperismo e a micro organismos (Figura 1).

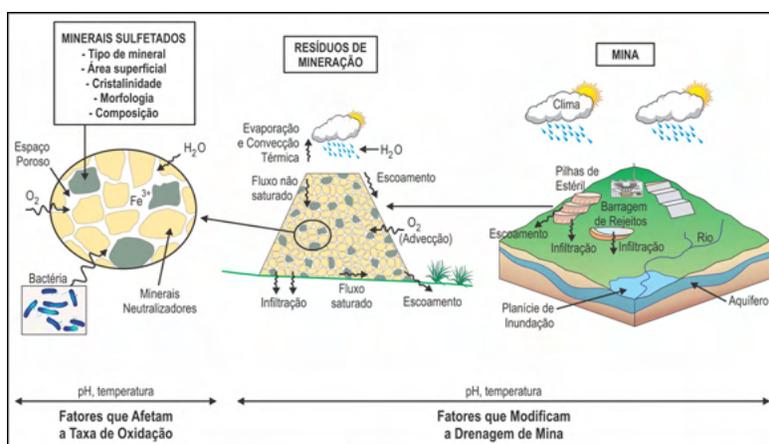


Figura 1: Fatores que afetam a geração de drenagem ácida em uma mineração (INAP, 2009).

A formação de drenagem ácida é difícil de ser estabilizada uma vez iniciada, pois trata-se de um processo que ocorre (e pode ser até mesmo acelerado) até que um dos reagentes (minerais de sulfeto, oxigênio, água) sejam esgotados ou não estejam mais disponíveis para a reação.

A adequada caracterização dos resíduos da mineração, a previsão da qualidade de drenagem e o manejo de resíduos de minas podem ser realizados, ou minimizados, na maioria dos casos, a formação de DAM. No entanto a prevenção deve começar na exploração mineral e continuar durante todo o ciclo de vida da mina. A indústria da mineração no mundo todo reconhece que o planejamento e gestão da DAM de forma contínua é imprescindível para a prevenção dos recursos hídricos locais.

A investigação da DAM acontece através de ensaios químicos laboratoriais que objetiva a caracterização do potencial de geração de ácido de uma amostra, sendo esse

método utilizado em uma primeira etapa do programa de determinação do potencial de DAM. Esse método define o balanço entre minerais potencialmente geradores de acidez e aqueles potencialmente consumidores de acidez.

A região de Pilar de Goiás é constituída por terrenos vulcano-sedimentares com baixo grau de metamorfismo sendo inserido do contexto de *greenstone belt* de idade arqueana. As unidades do *greenstone* estão divididas, da base ao topo, nas seguintes formações: Córrego Fundo, Cedrolina, Boqueirão e Serra do Moinho. Estas unidades consistem, respectivamente, em metakomatiitos, metabasaltos, rochas de origem química e rochas metassedimentares (BRIOGOLD EXPLORATION, 2017). Como a formação é carbonatada existe potencial de neutralização dentro das rochas encaixantes (lentes de calcixistos e mármores). A presença de carbonato de cálcio é reportada em todo o pacote de rochas e por vezes com mineralizações expressivas de calcita.

A mineralização de ouro é hospedada principalmente por clorita xisto e por quartzo clorita xisto intercalado. A alteração hidrotermal moderada a intensa é dada por veios de quartzo e sulfetação, com presença de pirita, pirrotita, arsenopirita e mais raramente calcopirita, galena e esfalerita. O ouro geralmente ocorre de graça em veias de quartzo ou nas bordas dos cristais de arsenopirita (BRIOGOLD EXPLORATION, 2017).

Neste contexto, o presente trabalho investigou o potencial de geração de drenagem ácida de rochas estéreis e rejeitos e lixiviação de metais, através de análises químicas nas amostras do empreendimento minerário da Equinox Gold em sua unidade de Pilar de Goiás.

2 | METODOLOGIA

2.1 Geologia regional e local

O empreendimento minerário da Equinox Gold localiza-se no município de Pilar de Goiás, no quadrante NW do Estado de Goiás. Saindo da cidade de Goiânia, o acesso se dá pela BR-153 a uma distância aproximada de 263 km.

Os principais componentes da unidade Pilar de Goiás são: 1 mina subterrânea, 3 depósitos de estéril, 1 área industrial, 1 barragem de rejeito, instalações administrativas, de apoio e infraestrutura.

As jazidas minerais às quais se associa o empreendimento estão compreendidas em um contexto geológico regional caracterizado pela ocorrência de um complexo arcabouço litológico e estrutural que ocorre de forma bem pronunciada marcando feições conhecidas como “Cinturões de Rocha” ou pelo termo “Greenstone Belts”, como se encontra na literatura específica mundial.

Foi realizado pesquisa bibliográfica da geologia regional e local da área a fim de ser possível correlacionar com as formações pedológicas locais.

2.2 Amostragem

O empreendimento mineral de Pilar de Goiás possui 3 pilhas de estéril denominadas Atalas, Pista e Grota, e uma barragem de rejeitos. Realizou-se a coleta de 48 amostras nas pilhas de estéril e 10 amostras na barragem de rejeitos para ensaios estáticos de potencial de drenagem ácida e lixiviação de metais, entre as amostras foram coletadas replicatas para o controle de qualidade, conforme Tabela 1.

Local	Quantidade de amostras	QA/QC
Pilha dos Atalas	24	2
Pilha da Pista	12	1
Pilha da Grota	12	1
Barragem de rejeitos	10	1

Tabela 1: Amostragem nas pilhas de estéril e barragem de rejeitos.

Para realização da amostragem levou-se em consideração que as amostras coletadas devem medir o grau de representatividade das condições da área estudada. A distribuição e localização dos pontos de amostragem devem ser adequadas para fornecer a representatividade planejada.

Antes da realização da amostragem fez-se o reconhecimento da área para definição da malha de amostragem. Para retirada da amostra usou-se uma picareta e cavadeira manual, onde se realizou um furo inicial de aproximadamente 20 cm para retirada da superfície não representativa, e em seguida coletou-se o material abaixo dessa camada. As amostras foram peneiradas utilizando uma peneira de 2 mm, embaladas, identificadas e encaminhadas para o laboratório Campo em Paracatu/MG.

Todas as amostras das pilhas de estéril foram do tipo compostas (10 subamostras compõem uma amostra global), e na barragem de rejeitos foi do tipo pontual. Entre cada ponto de amostragem realizou-se a correta limpeza dos equipamentos, evitando contaminações cruzadas.

2.3 Ensaios estáticos de predição de drenagem ácida

O principal objetivo dos ensaios estáticos é a caracterização do potencial de geração de ácido de uma amostra, sendo esse método utilizado em uma primeira etapa do programa de determinação do potencial de DAM. Esse método define o balanço entre minerais potencialmente geradores de acidez e aqueles potencialmente consumidores de acidez. Os ensaios estáticos realizados em todas as amostras foram *Modified Acid Base Accounting* (MABA) - e *Net Acid Generation* (NAG).

O ensaio MABA comumente empregado na avaliação do potencial estático de geração de drenagem ácida, objetiva determinar o balanço entre a produção e o consumo

de ácido a partir de ensaios geoquímicos de determinada amostra. O teste consiste em coletar os seguintes parâmetros: Potencial de Neutralização (PN) e Potencial de Acidez (PA), expressos em kg CaCO₃/kg.

Para caracterizar uma amostra como potencialmente geradora de acidez, ou não geradora de acidez, são propostos uma série de critérios, a abordagem utilizada é do Guia de Drenagem Ácida (Gard Guide) (INAP, 2009):

- PN/PA < 1: Potencialmente Gerador de Acidez;
- 1 < PN/PA < 2: Potencial Incerto de Geração de Acidez;
- PN/PA > 2: Baixa Probabilidade de Gerar Acidez.

O teste NAG é a reação química de uma amostra com o catalisador peróxido de hidrogênio (H₂O₂), com o intuito de oxidar rapidamente os minerais sulfetados. As reações de potencial de neutralização e potencial de acidificação ocorrem simultaneamente resultando assim na quantidade de ácido gerado, por exemplo, um pH NAG inferior a 4,5 indica que a amostra está gerando ácido.

2.4 Ensaios cinéticos de solubilização e lixiviação de metais

Para a investigação do potencial de solubilização de metais das amostras da pilha de estéril e da barragem de rejeitos seguiu-se a metodologia ABNT NBR 10.006:2004 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos (ABNT, 2004a).

Para a investigação do potencial de lixiviação de metais seguiu-se a metodologia *Synthetic Precipitation Leaching Procedure* (SPLP) (USEPA, 1994).

Analisou-se 24 amostras das pilhas de estéril e 5 amostras do material da barragem de rejeitos nesta etapa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Geologia regional e local

Na região central do Brasil, encontra-se a província Tocantins que é dividida entre três grupos principais de rochas: (i) Granitos Greenstones, que inclui os Greenstones de Pilar, Guarinos e Crixás; (ii) Rochas Máficas e Ultramáficas pertencentes aos complexos de Canabrava, Barro Alto e Niquelândia; (iii) Rochas da seqüência vulcano-sedimentar de Lucelândia, Coitezeiro e Palmeirópolis.

Os complexos gnáissicos da região (Pilar, Guarinos e Crixás) são geralmente compostos por Gnaisses tonalíticos, Biotita-granitos, Biotita-grandiorito e corpos pegmatíticos, além de feições intrusivas. Os Greenstone Belts são cobertos a Sul e a Norte por rochas sedimentares metamorfisadas de idade brasileira (Neoproterozóico) dos Grupos Araxá e Santa Teresina, respectivamente.

Em termos mais locais é possível individualizar na área em estudo, os Greenstone

Belts de Pilar e Guarinos, que são representados predominantemente por rochas vulcânicas básicas e metassedimentares. A feição estrutural mais notável das litologias do Greenstone relaciona-se à intensa deformação, em regime essencialmente dútil.

Nesta faixa aurífera verifica-se a presença de corpos de Xistos carbonosos pertencentes à Formação Serra do Moinho, sotoposta à Clorita-granada-xistos e Gnaisses félsicos e superposta à Talco-sericita-xistos da mesma formação. A Serra do Moinho é descrita pelo CPRM como Clorita-sericita-quartzo xisto, xisto carbonoso, muscovita-quartzo xisto, clorita-biotita xisto, muscovita quartzito, biotita xisto feldspático, xisto magnesiano e anfibolítico, talco-clorita xisto e formação ferrífera (metachert).

A paragênese mineralógica do depósito de Pilar pode ser identificada através da zona de alteração metamórfica proximal. Essa identificação do tipo de depósito é muito importante para ser possível constatar a mineralogia a ser esperada nessa jazida. Nesta classificação de depósito, o ouro ocorre associado aos sulfetos, comumente na arsenopirita, onde encontra-se nas bordas, incluso ou nas fraturas deste mineral. Pode-se apresentar também de forma livre em veios quartzo-carbonáticos com sulfetos.

Portanto, pode-se esperar que nesse depósito haverá capacidade de tamponamento da acidez gerada pelas pilhas de estéril, uma vez que a calcita também está presente nas rochas encaixantes e na zona mineralizada.

3.2 Amostragem

A Figura 3 apresenta a localização dos pontos de amostragem na pilha de estéril dos Atalas, a Figura 4 na pilha de estéril da Pista, a Figura 5 na pilha de estéril da Grota, e a Figura 6 a localização dos pontos na barragem de rejeitos.

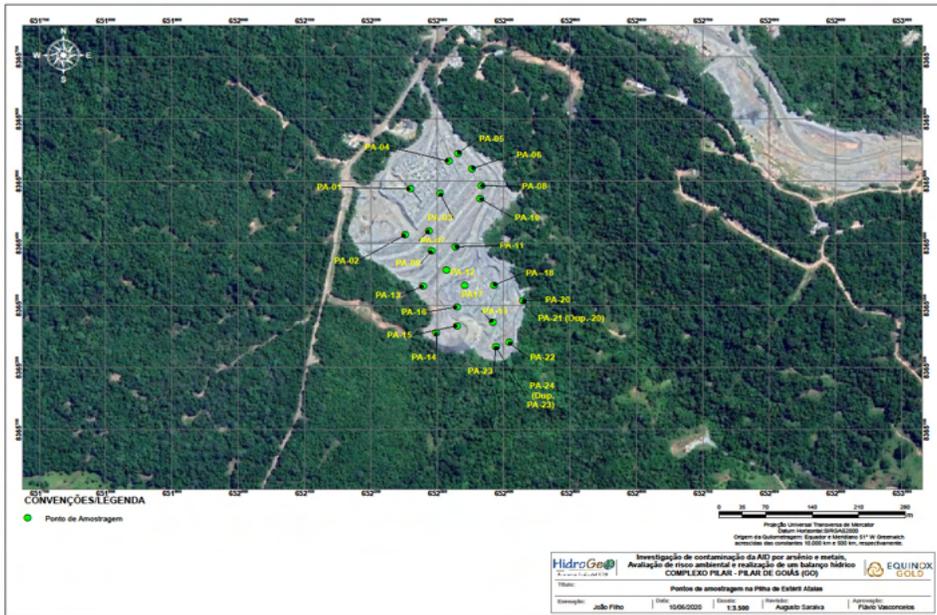


Figura 3: Localização dos pontos de amostragem na pilha de estéril dos Atalas.

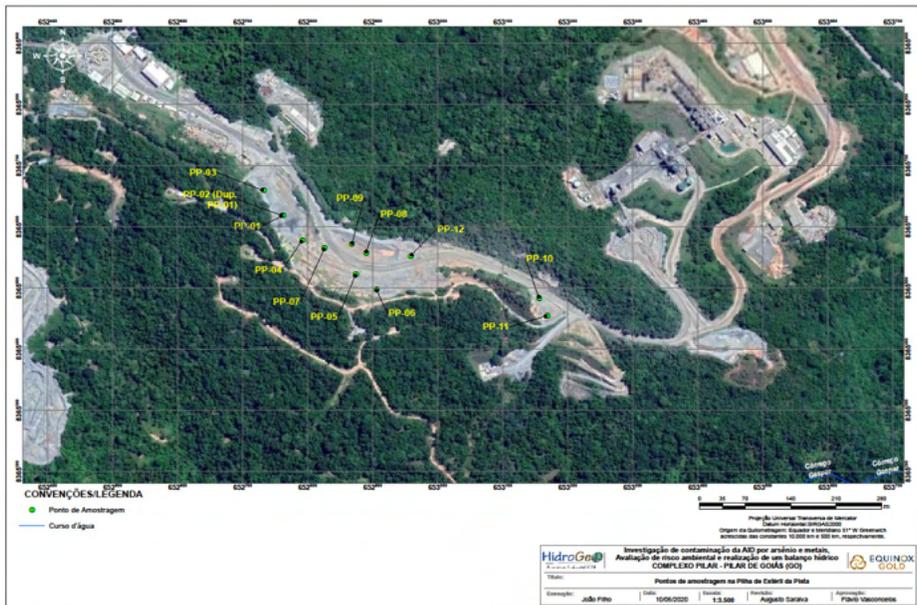


Figura 4: Localização dos pontos de amostragem na pilha de estéril da Pista.



Figura 5: Localização dos pontos de amostragem na pilha de estéril da Grota.

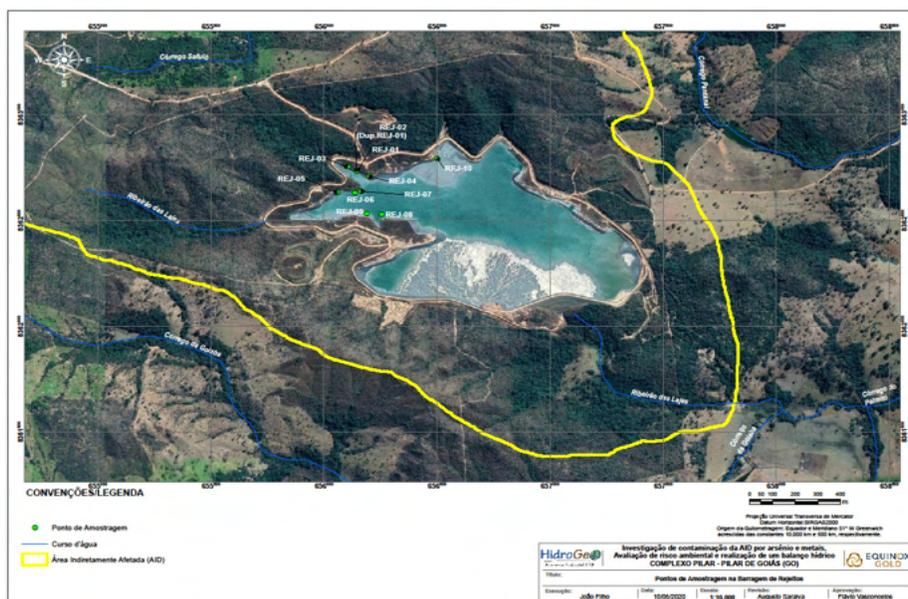


Figura 6: Localização dos pontos de amostragem na barragem de rejeitos.

3.3 Potencial de geração de drenagem ácida

Sulfato versus Enxofre Total

A relação entre Sulfato e Enxofre total demonstra o nível de oxidação das amostras caracterizadas. Ou seja, quando o sulfato for igual ao enxofre total, é indicado que a amostra se oxidou totalmente, já no caso em que o sulfato é igual a zero, este fato indica que 100% da amostra ainda está na forma de sulfeto.

Observa-se na Figura 7 que todas as amostras coletadas passaram por estágios de oxidação, apresentando assim uma oxidação parcial.

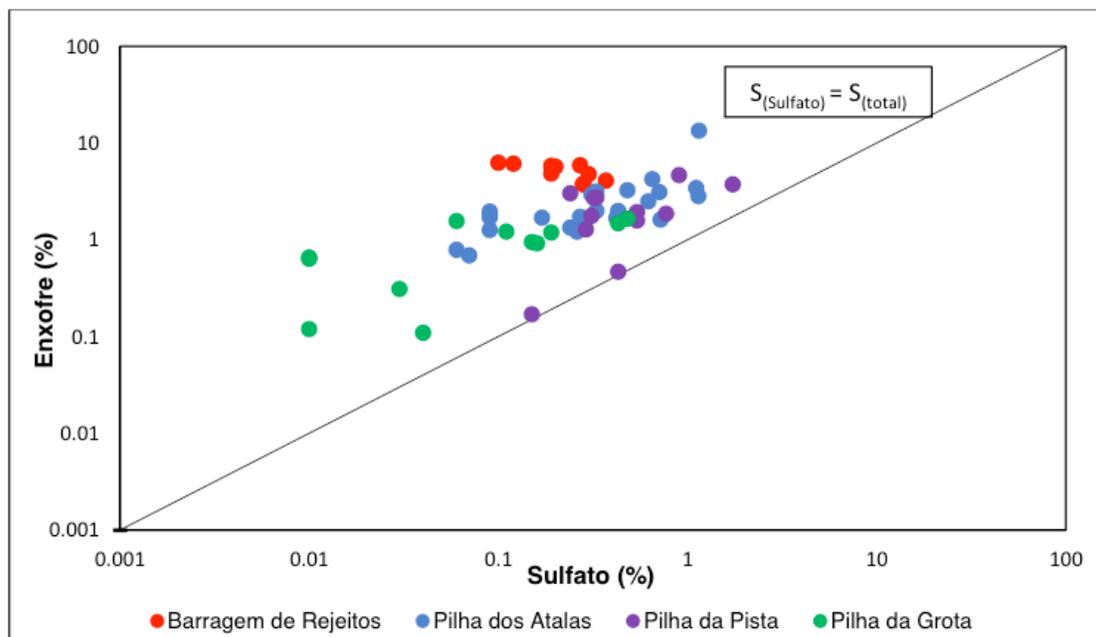


Figura 7: Gráfico de sulfato versus enxofre total.

Pode-se constatar que o processo de oxidação está em curso em todas as amostras coletadas nas pilhas de estéril e na barragem de rejeito. Lembrando que a barragem de rejeito é revestida em sua base por uma camada de polietileno de alta densidade (PEAD) e, portanto, é capaz de reter todos os sulfatos e metais dentro de sua estrutura.

Potencial de Neutralização (PN) e Potencial de Acidificação (PA)

A primeira avaliação pode ser aferida a partir da razão entre esses dois parâmetros. Observa-se que os resultados são semelhantes em todos os pontos no qual as amostras apresentam valores maiores que 4,0, Figura 8. Esses valores podem ser interpretados como de baixo potencial gerador de acidez, ou até mesmo inexistente.

O mesmo padrão de comportamento foi reportado nos últimos anos desde que esse projeto de mineração teve sua retomada de atividades. Os trabalhos desenvolvidos anteriormente apresentam o mesmo padrão de resultados (AECOM, 2012a; AECOM, 2012b; EGI, 2013a; EGI, 2013b). Portanto é possível concluir que o aprofundamento das atividades de lavra subterrânea não atingiu nenhum nível mais sulfetado e com maior potencial de geração de acidez.

Potencial de Neutralização (PN), Potencial de Acidificação (PA) e NAG pH

As amostras não apresentaram $\text{pH} < 4,5$. Dessa forma, todas as amostras submetidas a este teste podem ser classificadas como não geradora de acidez como apresentado na Figura 9.

Observa-se que mesmo após um ataque de uma solução oxidante o pH gerado ainda fica maior que 4,5 e em sua média por volta de 5,5 sugerindo um baixo potencial de geração de acidez a curto e médio prazo. Esse mesmo padrão também foi observado em estudos anteriores (AECOM, 2012a; EGI, 2013a).

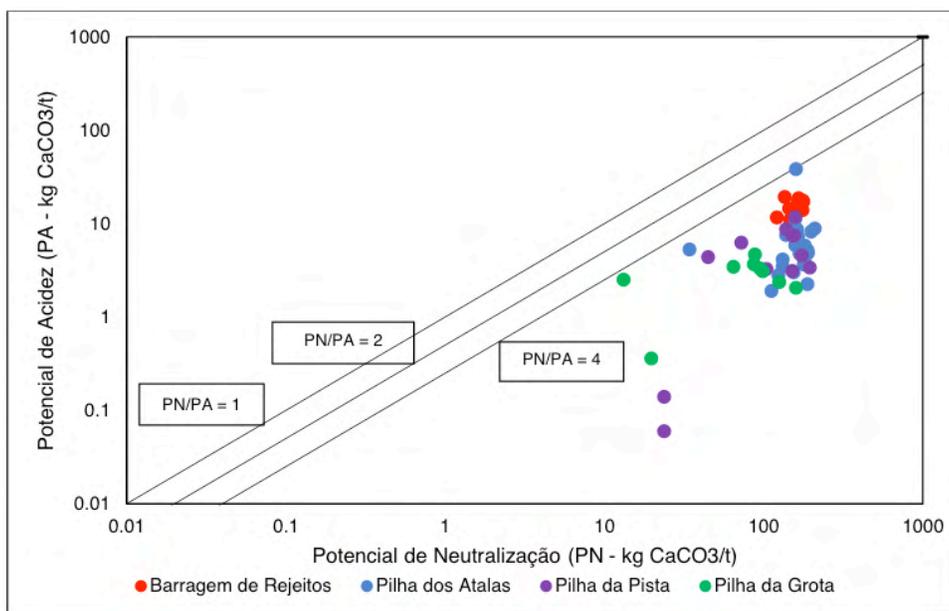


Figura 8: Gráfico da relação de potencial de neutralização (PN) versus potencial de acidificação (PA).

O mesmo padrão de comportamento foi reportado nos últimos anos desde que esse projeto de mineração teve sua retomada de atividades. Os trabalhos desenvolvidos anteriormente apresentam o mesmo padrão de resultados (AECOM, 2012a; AECOM, 2012b; EGI, 2013a; EGI, 2013b). Portanto é possível concluir que o aprofundamento das

atividades de lavra subterrânea não atingiu nenhum nível mais sulfetado e com maior potencial de geração de acidez.

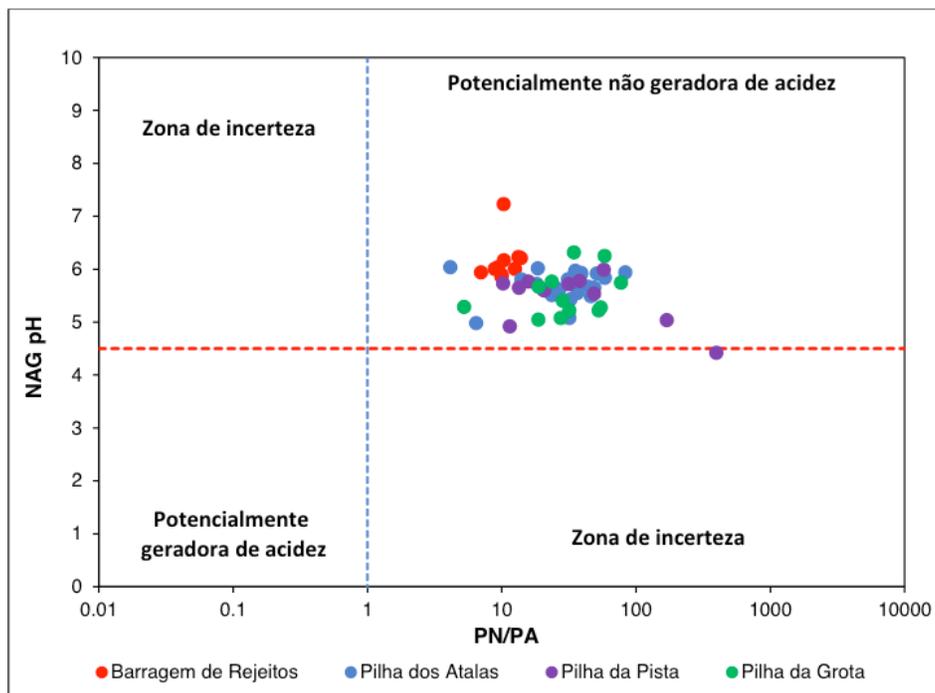


Figura 9: Gráfico da relação entre a razão PN/PA e pH do ensaio de NAG.

3.4 Potencial de solubilização e lixiviação de metais

Os resultados dos ensaios de solubilização foram comparados com os padrões para o ensaio apresentados no anexo G da norma ABNT 10.004 (ABNT, 2004b). Observa-se que os seguintes compostos químicos apresentaram potencial de solubilização: **alumínio, arsênio, cianeto, prata e sulfato**.

O cianeto total está associado ao processo de beneficiamento da amostra de rejeito e não à geologia local. Esse parâmetro somente aparece nas amostras coletadas na barragem de rejeito. Os parâmetros alumínio, arsênio, prata e sulfato são de origem da geologia local, a partir da mineralogia dos depósitos, o ouro está associado aos sulfetos (principalmente pirita (FeS), pirrotita (Fe_{1-x}S) e arsenopirita (FeAsS) e às vezes galena (PbS) e esfalerita (ZnS)). No caso da arsenopirita (FeAsS) se espera que ocorra a solubilização de arsênio. Em relação aos outros metais, espera-se que estes possam solubilizar devido à oxidação dos outros sulfetos. O alumínio está associado a silicatos presentes na mineralogia local (feldspatos e até óxidos de alumínio) e podem se solubilizar com a existência de acidez localizada intersticialmente entre grãos que possuem sulfetos.

Como mencionado anteriormente, o parâmetro cianeto total origina-se da etapa de extração do ouro, que é solubilizado em solução contendo cianeto nos tanques de lixiviação, e depois recuperado por carvão ativado (LOTTERMOSER, 2010). Os resíduos não aproveitáveis são direcionados à barragem de rejeito. Isso pode ser evidenciado uma vez que o parâmetro cianeto total apresenta valor acima do valor máximo permitido (VMP) somente na barragem de rejeito. Apesar do alto valor de cianeto total direcionado a barragem de rejeito, visando proteger o meio ambiente (principalmente solo e lençol freático), a estrutura de contenção é envelopada por geomembrana PEAD (polietileno de alta densidade). Esta geomembrana, especificamente, é resistente a meios agressivos como meios ácidos e atua principalmente como barreira impermeável com o intuito de controlar infiltrações, percolação ou fluxos de água.

A eficácia da geomembrana PEAD é evidenciada a partir dos resultados de água subterrânea. Visto que em condições geoquímicas, a água subterrânea, é um indicador de carga contaminante móvel, portanto, o material não oferece risco de contaminação ao lençol freático. Pode-se verificar que os valores da água subterrânea da barragem de rejeito estão abaixo de 0,07 mg/L (VMP – Valor Máximo Permitidos para cianeto conforme CONAMA N°396) (HIDROGEO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS, 2020; CONAMA, 2008).

A norma utilizada para a lixiviação de metais (USEPA, 1994) não indica valores de referência técnica para avaliar os resultados de forma objetiva. Utiliza-se então a experiência profissional para definir os parâmetros que apresentaram potencial de lixiviação. Neste caso, os parâmetros que apresentaram um potencial de lixiviação por este ensaio foram: ferro total, manganês total e níquel total.

O parâmetro ferro total foi lixiviado de todas as amostras da barragem de rejeito, 59% das amostras da pilha de estéril Atalas, 42% das amostras da pilha de estéril da pista e uma amostra da pilha de estéril da Grota.

Com relação ao manganês total foi observado que duas amostras coletadas na barragem de rejeito, duas amostras da pilha de estéril Atalas, duas amostras da pilha de estéril da Pista e três amostras da pilha de estéril da Grota este parâmetro apresentou concentração mais elevada. Já com relação ao níquel total foi evidenciado somente em duas amostras da pilha de estéril da Pista que esse elemento ocorre em maior concentração.

Os dados de monitoramento ambiental deste empreendimento indicaram que um poço de monitoramento de água subterrânea localizado a jusante da pilha de estéril Atalas está solubilizando os metais lixiviados: ferro total, manganês total e níquel total. Isso pode ser evidenciado nos valores das análises de água subterrânea visto que esses metais citados se encontram acima do VMP (Valor Máximo Permitido) da norma CONAMA 396 (CONAMA, 2008). O valor de ferro total segundo a norma é de 0,1 mg/L, manganês total é de 0,1 mg/L e já o valor de níquel total é de 0,02 mg/L.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados foram interpretados segundo metodologia internacional apresentada no Guia de Drenagem Ácida de Rocha (INAP, 2009) e concluem que apesar das amostras serem compostas por sulfetos, devido a capacidade de neutralização da acidez da geologia local (i.e., presença de carbonatos), o potencial de geração de drenagem ácida é pouco provável, ou inexistente.

O potencial de solubilização e lixiviação de metais e outros compostos inorgânicos aniônicos foram encontrados nos pontos selecionados de amostragem. Contudo, a barragem de rejeito é impermeabilizada com manta de PEAD que não apresenta nenhum potencial de contaminação do lençol freático local. Resultados de monitoramento de água subterrânea comprovam essa hipótese de que não está ocorrendo a solubilização de metais e cianeto para a água subterrânea local.

Em relação às pilhas de estéril, o potencial de solubilização e lixiviação de metais (Al, Ag, Fe, Mn, Ni e As) e de sulfato existe. Este fato é corroborado pelo monitoramento hídrico realizado em poços a jusante da pilha de estéril dos Atalas.

A partir desse estudo poderá se avaliar melhor os riscos ambientais associados a estas fontes de contaminação. Caso a pluma esteja dentro da área da operação e não exista captação do recurso hídrico subterrânea, fica caracterizado uma ausência de risco. Nesse caso o foco passará a ser o controle da fonte, que seria a cobertura das pilhas, que é um procedimento internacionalmente aceito e de comprovada eficácia, geralmente executado em planos de fechamento de mina.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004b.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004a.

AECOM. **Projeto Conceitual da PDE da Grota Pilar de Goiás (GO)**. 308-1870-0010-RT-001-R2. 2012a.

AECOM. **Estudo Geoquímico para Avaliação do Potencial de Contaminação na barragem de Rejeitos a ser implantada no projeto Pilar. Pilar de Goiás (GO)**. 305-1870-0009-RT-003. 2012b.

BRIOGOLD EXPLORATION. **Exploration Report**. 2017.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 396 de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 03 abr. 2008.

EGI. **Stage 1 Geochemical Review Report**. 2013a.

EGI. **Stage 2 Site Visit Report Geochemistry and Recommendations for Tailings Management Pilar Project.** 2013b.

HIDROGEO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS. **Investigação da contaminação na AID por arsênio e metais.** HDG-20P005-RH-RT-001-00. 2020.

INAP - International Network for Acid Prevention. **Global Acid Rock Drainage Guide.** Skellefteå, Sweden. 2009.

LOTTERMOSEER, B. G. **Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts.** 3 ed. Australia. 2010.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Synthetic Precipitation Leaching Procedure.** 1994. 30p

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ações humanas rítmicas 85, 87, 98

Aeroporto 100, 103, 104, 106, 107, 108, 110

Água 15, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 103, 115, 122, 124, 169, 170, 171, 172, 174, 180, 181, 184, 194, 195, 197, 198, 199, 202, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 216, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 229, 230, 231, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 274, 275, 276, 277, 279

Análise de conforto humano 85, 97

Análise de vibração 62, 63, 64, 65, 66, 98

Áreas contaminadas 112, 114, 115, 116, 117, 120, 122, 123, 124, 170, 181

B

Background geoquímico 169, 170, 171, 172, 173, 176, 178, 180, 181, 182

Banho termostático 258, 259, 262, 269, 274

C

Cobertura de pilha de estéril 251

Comunicação sem fio 1

Concessões 100, 108, 109, 110, 135

Consumo de água 27, 28, 29, 30, 32, 220

Controle de nível 27, 28, 29, 30, 31

Controle Fuzzy-PID 35

Cultura 27, 61, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 148, 149, 150, 151, 168, 232

Curva de koch 1

D

Desativação de atividades 112

Desativação De Atividades 112, 113, 119

Descarte emergencial 197, 198

Desemulsificação 258, 259, 266

Desestabilização da emulsão 269, 273

Desfluoretação 219

Drenagem ácida de mina 184, 252

E

Emulsão O/A 258, 259, 269

Energias renováveis 14, 15, 16, 17, 20, 232

F

Fermentação alcoólica 35, 36, 39, 41, 44, 48

Ferro fundido cinzento 62, 64

Fluorose 219, 220

I

IoT 2, 27, 28, 29, 33

L

Lixiviação de metais 183, 185, 186, 187, 193, 194, 195, 252

M

Mancal 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Maturidade 138, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150

Medição de grandes rios 204

Método do molinete 204, 205, 215

Microrredes 14, 15, 21, 23, 24

Mineração de ouro 197, 251

N

Normas 13, 24, 79, 97, 98, 102, 105, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 122, 134, 139, 141, 142, 181, 195, 203, 281

Normatização 14, 15, 17, 18, 20, 24

O

Organização 15, 28, 128, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 220

P

Parcerias público-privadas 100, 102, 103, 104, 109, 110

Pisos mistos de edificações 85

Q

Qualidade da energia 14, 19, 20

Quebra da emulsão 258, 259, 261, 264, 265, 269, 273, 274

R

Recirculador 62, 63, 69, 70

Residencial 27, 29, 31

S

Segurança 18, 20, 21, 39, 43, 50, 106, 118, 120, 133, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151

Separação O/A 269

Setor aeroportuário 100, 101, 109

Sistema multivariável 35

Sistemas supervisórios 35, 36

Sustentabilidade 17, 20, 102, 116, 123, 219

T

Tensoativos 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 268, 269, 270, 271, 272, 274, 275, 276, 277, 278, 279

V

Vazão 27, 31, 172, 198, 204, 205, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216



As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br



As **engenharias** agregando conhecimento em setores emergentes de **pesquisa e desenvolvimento 2**

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br