



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

ESTUDO DE *BACKGROUND* GEOQUÍMICO AMBIENTAL EM ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DA MINERAÇÃO

Data de aceite: 01/02/2022

Data da submissão: 05/03/2022

Flávio de Moraes Vasconcelos

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

Gabriel Melzer Aquino

Pilar de Goiás Desenvolvimento Mineral/
Equinox Gold
Pilar de Goiás – GO
<http://lattes.cnpq.br/1095845264103969>

Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho

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

João Santiago Reis

Hidrogeo Engenharia e Gestão de Projetos
Belo Horizonte – MG
<http://lattes.cnpq.br/2587214189684250>

RESUMO: Os valores de *background* geoquímico ambiental (BG) de metais e de arsênio foram determinados segundo a norma ambiental nacional para gerenciamento de área contaminadas (CONAMA 420/2009) para amostras coletadas nos tipos predominantes de solo, água superficial e água subterrânea da área de influência direta (AID) da unidade de Pilar de Goiás/GO da Equinox Gold. A partir da coleta destas amostras em áreas de baixo impacto antrópico e representativas da geologia local foi

possível caracterizar que os elementos As, Cr, Cd e Ni estão acima do valor de investigação (VI) da norma vigente para o *Cambissolo Háplico* da Fm. Serra do Moinho. Os valores de BG de águas superficiais indicam uma boa qualidade da água, com a exceção do Mn que ficou acima do valor da norma (CONAMA 357/2005). Os valores de BG para água subterrânea indicaram todas as concentrações dos elementos analisados abaixo dos limites legais (CONAMA 396/2008), com a exceção do parâmetro Al.

PALAVRAS-CHAVE: *Background* geoquímico, Background do Solo, Pilar de Goiás-GO.

ENVIRONMENTAL GEOCHEMICAL BACKGROUND STUDY IN DIRECT INFLUENCE AREA (AID) OF MINING

ABSTRACT: The values of environmental geochemical background (BG) of metals and arsenic were determined according to the national environmental standard for management of contaminated areas (CONAMA 420/2009) for samples collected in the predominant types of soil, surface water and groundwater in the area of influence (AID) of the Pilar de Goiás / GO unit of Equinox Gold. From the collection of these samples in areas of low anthropic impact and representative of local geology, it was possible to characterize that the elements As, Cr, Cd and Ni are above the investigation value (VI) of the current standard for the Fm Cambisol. Serra do Moinho. The BG values of surface water indicate good water quality, with the exception of Mn which was above the standard value (CONAMA 357/2005). The BG values for groundwater indicated all concentrations of the elements

analyzed below the legal limits (CONAMA 396/2008), with the exception of the parameter Al.

KEYWORDS: Geochemical background; background of soil; Pilar de Goiás-GO.

1 | INTRODUÇÃO

A determinação de valores de *background* geoquímico de uma determinada área é um dos assuntos de maior interesse em estudos ambientais atualmente. Essa é uma medida importante para distinguir concentrações naturais de um determinado elemento químico ou composto proveniente das atividades antrópicas desenvolvidas no local de interesse. O estabelecimento de valores de *background* geoquímico para distinguir entre teores naturais de um elemento químico e a influência antrópica sobre estes teores constitui um dos temas mais importantes das ciências ambientais recentes (RODRIGUES & NALINI, 2009).

Existe uma relevância prática em definir as fronteiras entre concentrações de um constituinte químico, ocorrendo naturalmente em determinado meio, daquelas concentrações do mesmo constituinte presente no meio como resultado da atividade antrópica. Entretanto, teores de *background* não equivalem necessariamente a baixas concentrações do parâmetro investigado em determinada área ou região (MATSCHULLAT *et al.*, 2000), uma vez que concentrações naturalmente elevadas podem ser encontradas justamente em zonas de mineralização de jazidas geológicas expressivas e área e em valor econômico (ECHA, 2008).

A despeito das diferentes definições, conclui-se que concentrações de *background* constituem uma ferramenta muito importante dentro do contexto ambiental, ao agirem como valores de referência ao impacto provocado por determinado parâmetro químico de interesse, a partir de uma atividade antrópica específica, sendo assim utilizado esse termo dentro da resolução de gestão de áreas contaminadas (CONAMA, 2009).

Neste contexto o presente estudo visa investigar os valores de *background* geoquímico para os metais em solo, águas superficiais e subterrâneas na área da Mina de Pilar de Goiás.

A função de padrões e valores de *background* ou valores orientadores é promover um limite quantitativo no processo de avaliação e diagnóstico da qualidade dos recursos ambientais, como o solo e água subterrânea do presente trabalho, para subsidiar ações de prevenção e controle da poluição ou ações emergenciais, com vistas à proteção da saúde humana ou ambiental.

2 | METODOLOGIA

2.1 Solo

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.

A primeira etapa dos trabalhos consistiu no levantamento e estudo de todas as informações pré-existentes sobre a área. Através da realização de revisão bibliográfica, reconhecimento de padrões em imagens de satélite, e consulta em mapas da base de dados do projeto RADAMBRASIL v. 25 – Folha SD.22 Goiás (MME, 1981) sobre os temas pedologia, geomorfologia, geologia e vegetação, foram identificadas as principais classes de solo e formações geológicas presentes, além da identificação das principais microbacias da região. Estas informações foram utilizadas como critério de amostragem de campo, para que o estudo seja representativo e atenda aos objetivos ao qual foi solicitado.

Na segunda etapa de trabalho, procedeu-se um caminhamento extensivo na área de forma a reconhecer os padrões de distribuição dos solos juntamente aos compartimentos da paisagem. As principais características intrínsecas dos solos utilizadas neste momento foram coloração, textura, presença de cascalho, profundidade dos solos, formação geológica ao qual pertencem, e fatores relativos aos estudos de análise de risco e background geoquímico, tais como posição em relação à drenagem e pilhas (coleta à montante e jusante), e possíveis teores naturais de metais.

A partir desse levantamento foram escolhidos 3 perfis de solos característicos da região e coletadas 3 amostras compostas para serem as referências de *background* geoquímico. Cada amostra foi composta por 11 sub-amostras segundo a metodologia definida.

Todos os solos foram descritos e coletados segundo critérios definidos em SANTOS *et al.* (2015), sendo todos horizontes dos perfis descritos e apenas o horizonte B diagnóstico coletado. Os parâmetros analisados nas amostras, a nomenclatura de horizontes, identificação dos solos obedeceu às definições do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Os resultados das análises químicas da amostra de águas superficiais foram comparados com os valores estabelecidos pela Resolução do CONAMA 420/2009 (CONAMA, 2009).

Realizou-se a classificação dos solos, com base em atributos morfológicos, químicos e físicos, elaborando assim modelos de distribuição de solos que podem ser representados na forma de mapas ou inventários representativos de determinada região. No presente caso, as informações serão utilizadas na elaboração de valores de *background* para metais na área de influência direta do empreendimento.

Para identificação dos solos predominantes na região foram vistoriados e amostrados 32 pontos. Deste levantamento foi possível elaborar um esboço de mapa de solo pedológico para a região do entorno do empreendimento mineral.

2.2 Água superficial

A amostragem de água superficial foi realizada por laboratório acreditado na

ISO NBR 17.025. Foram coletadas 2 amostras de águas superficiais a montante do empreendimento. As amostras foram filtradas em campo com membrana de $0,45 \mu\text{m}$ para determinação dos metais dissolvidos. Os parâmetros temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), e potencial redox (Eh) foram medidos *in situ* com o equipamento multiparâmetro. Os resultados das análises químicas da amostra de águas superficiais foram comparados com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (CONAMA 2005) para águas superficiais e definirão os valores de *background* de água superficial para a região de Pilar de Goiás - GO.

2.3 Água subterrânea

A amostragem de água subterrânea ocorreu pelo método de baixa vazão (ABNT, 2010), e foi coletada 1 amostra de águas subterrânea de um poço à montante do empreendimento. Os parâmetros indicativos da qualidade da água que devem ser monitorados durante a purga são: temperatura, pH, condutividade elétrica, potencial de óxido redução (Eh) e oxigênio dissolvido (OD). Os resultados das análises químicas foram comparados com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 396 (CONAMA, 2008) para águas subterrâneas e definirão os valores de *background* de água superficial para a região de Pilar de Goiás GO.

2.4 Determinação de valores de *background* geoquímico

A metodologia empregada nesse estudo é de identificação de áreas de baixo impacto antrópico em ambiente geológico representativo, seguida de coleta de amostras em pontos de interesse e tratamento estatístico dos resultados.

Para determinação do valor de referência de qualidade (VRQ) considerou-se os dados obtidos no tratamento estatístico, com base nos valores de mediana – Q2 (50%), quartil inferior – Q1 (25%) e quartil superior – Q3 (75%), assim como a determinação do percentil 90, conforme mencionado na Resolução CONAMA 420/09 (CONAMA, 2009). Desde modo, adotou-se o valor do percentil 75% como VRQ para a região da área de influência direta do empreendimento da Equinox Gold em Pilar de Goiás-GO.

Os valores de BG foram detectados por meio da amplitude interquartis, representada por AIQ, que é dada pela diferença entre Q3 e Q1, respectivamente, o primeiro e o terceiro quartis. Assim, usualmente pode ser considerado outlier superior todo dado superior a $(Q3+1,5AIQ)$ e, analogamente, outlier inferior todo valor menor que $(Q1-1,5AIQ)$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Solos

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.

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).

Os dois solos principais da área de estudo estão diretamente associados aos dois grupos geológicos principais, que seriam: 1- Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico: associa-se às rochas mais recente do Proterozoico Gr. Araxá, localiza mais a SE da área de estudo e 2- Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico: associa-se às rochas mais antigas do Gr. Pilar de Goiás e correlacionados à sequência Vulcano-sedimentar arqueana de mesmo nome.

Foram descritos 3 perfis de solos característicos da região, e paralelamente coletadas 3 amostras compostas para análise química (Tabela 1).

Ponto	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 22L		Elevação (m)	Profundidade (cm)	Amostras
	mE	mS			
PBS1	651740	8365210	783	20-30+	11
PBS2	656293	8363427	817	20-30+	11
PBS3	649501	8369182	805	20-30+	11

Tabela 1: Estações de amostragem de solo para estudo de background geoquímico.

A Figura 1 apresenta dois perfis típicos das amostras de *background* selecionadas sendo uma em cambissolo escuro (PBS 1) localizado no Grupo Pilar de Goiás (Fm Serra do Moinho) e a outra em cambissolo claro localizado dentro do Grupo Araxá (PBS 2).

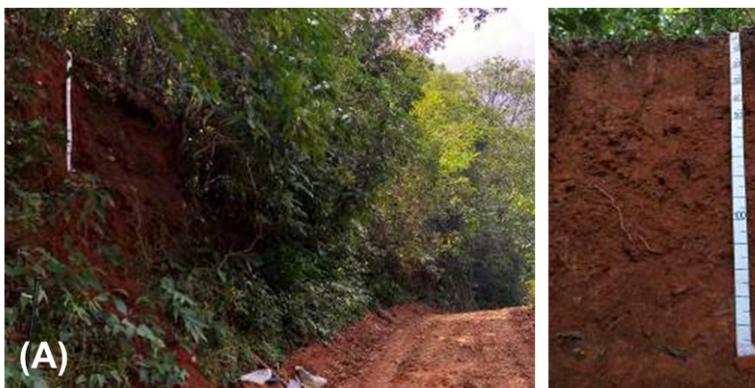




Figura 1: Perfis de solos descritos representativos de (A) PBS1 e (B) PBS2.

3.2 Água superficial

Para a referência de água superficiais foram coletadas 2 amostras a montante do empreendimento no Córrego do Amâncio e Rio Vermelho. A tabela a seguir apresenta os dados dos pontos amostrados para este estudo (Tabela 2).

Ponto	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 22L		Elevação (m)
	mE	mS	
ASBG 01	0649491	8368661	759
ASBG 02	0651687	8366413	758

Tabela 2: Localização dos pontos de amostragem de águas superficiais para o estudo de *background*.

3.3 Água subterrânea

Para a referência de água subterrânea foi coletada 1 amostra (ASBG 01) um poço à montante do empreendimento. A tabela a seguir apresenta os dados do ponto amostrado para este estudo (Tabela 3).

Ponto	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 22L		Elevação (m)
	mE	mS	
ASBG 01	644937	8368654	763

Tabela 3: Localização dos pontos de amostragem de águas subterrânea para o estudo de *background*.

3.4 Classificação de solos

Os horizontes diagnosticados na área estão delineados a seguir:

Horizonte A moderado: Horizonte mineral que apresenta teores de carbono orgânico variáveis (0,6 a 6%), espessura e/ou cor que não satisfaçam aquelas requeridas para horizonte A chernozêmico ou proeminente, além de não satisfazer também os requisitos

para horizonte A antrópico, horizonte A fraco e horizonte hístico. É o tipo de horizonte A mais comum no território brasileiro, e na área de estudo.

Horizonte B incipiente (Bi): Trata-se de horizonte subsuperficial, subjacente ao A, Ap ou AB, que sofreu alteração química e física em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original. Na área de estudo, foram identificadas duas variações do horizonte B incipiente (Bi) que caracterizam os Cambissolos da região: (1) Bi de solos derivados de litotipos do Grupo Araxá: cores amareladas (matiz 7,5 YR), e em menor quantidade ocorrência de cores bruno-avermelhadas (Perfil 5 – 2,5 YR 2,5/4); presença significativa de cascalho (> 50% de cascalho), e em menor proporção na classe cascalhenta (entre 15 e 50% de cascalho); e pouco profundos, com espessura média de 40 cm; (2) Bi de solos derivados de litotipos da Formação Serra do Moinho: cores vermelhas, com matiz 2,5 YR e cromas sempre igual ou maior a 6; presença significativa de cascalho, com predominância da classe cascalhenta; e são mais profundos que os anteriores, com espessura média estimada em 78 cm.

Horizonte B textural (Bt): É um horizonte mineral subsuperficial onde houve incremento de argilas (fração <0,002mm), orientadas ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade litológica, resultante de acumulação ou concentração, absoluta ou relativa, decorrentes de processos de iluviação, e/ou formação in situ, e/ou herdado do material de origem, e/ou infiltração de argila com ou sem matéria orgânica, e/ou destruição de argila no horizonte A, e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A e pode ou não ser maior que o do horizonte C. No presente estudo a variação de horizonte B textural encontrada corresponde à solos derivados de rochas da Formação Serra do Moinho, com cores avermelhadas (matiz 2,5 YR), cromas altos, e nem sempre apresentam gradiente textural, mas apresentam cerosidade como característica marcante.

Horizonte B latossólico (Bw): É um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícita pela alteração completa ou quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de minerais de argila 2:1, seguida de intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, argilas do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo. Em geral, é constituído de quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila 1:1, e quartzo.

As classes de solo identificadas na área de influência direta do empreendimento estão sistematizadas na Tabela 4.

UM	Descrição	Litologia associada	Área	
			ha	%
CXbd1	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, A moderado, textura média cascalhenta, relevo ondulado e forte ondulado	Grupo Araxá	2.053.55	56.77
CXbd2	Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico, A moderado, textura média e argilosa cascalhenta, relevo ondulado e forte ondulado	Fm Serra do Moinho	658.64	18.21
CXbd3	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, A moderado, textura média cascalhenta, relevo ondulado e forte ondulado	Fm Boqueirão	63.54	1.76
CXbd4	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, A moderado, textura média cascalhenta, relevo ondulado	Fm Serra do Moinho	57.38	1.59
CXbe1	Cambissolo Háplico Tb Eutrófico latossólico, A moderado, textura argilosa cascalhenta, relevo ondulado e forte ondulado	Fm Cedrolina	595.66	16.47
CXvd1	Cambissolo Háplico Ta Distrófico típico, A moderado, textura média muito cascalhenta, relevo ondulado e forte ondulado	Complexo Moquém	50.25	1.39
PVd1	Argissolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado e suave ondulado	Fm Serra do Moinho	84.62	2.34
LVe1	Latossolo Vermelho Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado	Fm Cedrolina	45.15	1.25
LVA1	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média, relevo suave ondulado	Grupo Araxá	8.49	0.23

Tabela 4: Unidades de mapeamento (UM) delimitadas na AID, e respectivas áreas e litologias associadas.

Essa descrição é importante pois ressalta as características morfológicas, químicas e físicas de cada classe, que se relacionam com fatores que devem ser levados em conta nos estudos de *background* geoquímico. As unidades de mapeamento (UM) foram definidas baseadas não apenas na taxonomia dos solos, mas levou em conta seu respectivo material de origem, que influencia diretamente nos seus atributos geoquímicos. A Figura 2 apresenta um mapa de distribuição dos solos na área da AID.

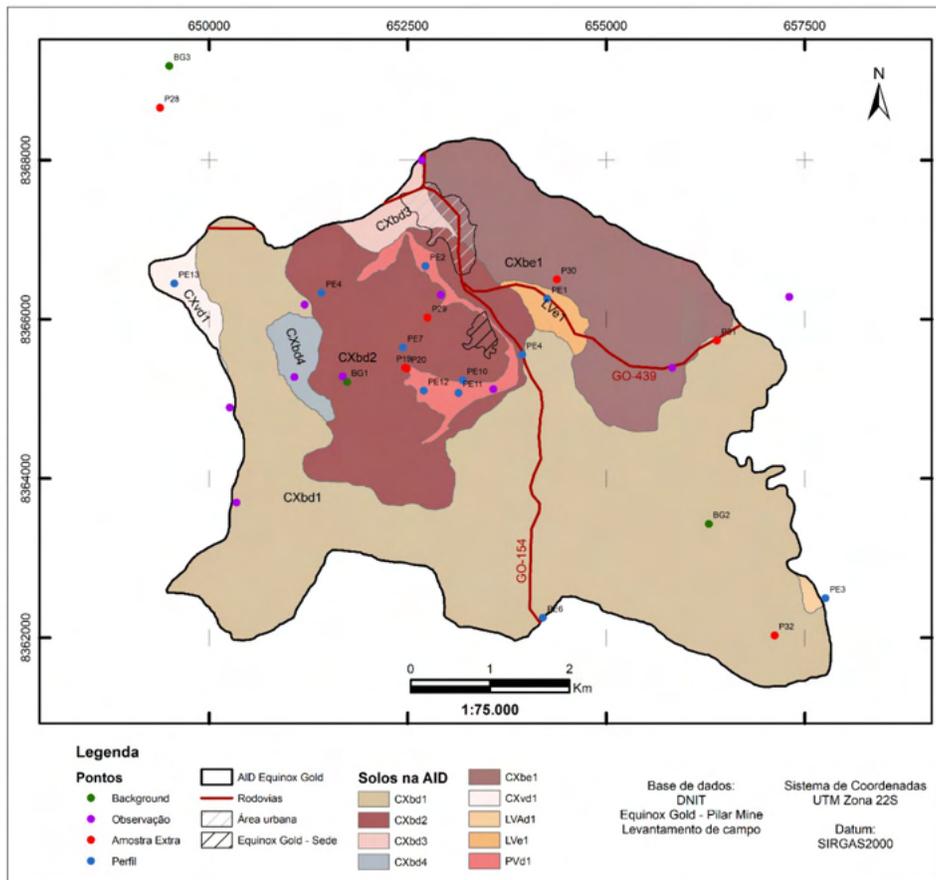


Figura 2: Mapa de solos característicos da região.

A composição textural dos solos analisados evidencia baixos teores de argila, com pouca amplitude de variação, sendo 10% a diferença entre os valores mínimo e máximo. Por outro lado, areia e silte apresentam maior variação entre os perfis.

Os solos provenientes de litologias com teores de ferro mais elevadas originaram solos com maiores teores de argila, o que é esperado pois assim que um átomo de ferro é liberado durante o intemperismo, na presença de oxigênio, tende a precipitar na forma de óxido ou oxi-hidróxido (hematita ou goethita), gerando argilominerais.

Litologias com relativamente menor teor de ferro geram argilominerais à partir da transformação (intemperismo) de feldspatos, micas, dentre outros minerais, que tendem a passar primeiro para a fração silte e posteriormente ao tamanho argila, sendo o tempo de formação de argilominerais silicatados relativamente mais demorado do que de óxidos de ferro. A Tabela 5 apresenta a composição textural média dos solos representativos da região.

Ponto	Solo	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classe textural
PBS1	CXbd2	34,07	34,66	31,27	Franco-Argiloso
PBS2	CXbd1	45,39	22,70	31,91	Franco-Argilo-Arenoso
PBS3	CXbd2	33,72	33,19	33,09	Franco-Argiloso

Tabela 5: Composição textural de solos representativos da região de interesse.

Macronutrientes

Para as amostras deste estudo, sobre as características do complexo sortivo dos solos, os parâmetros analisados foram interpretados segundo a 5ª Aproximação - Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (CFSEMG, 1999), que apresenta classes de interpretação baseadas no uso agrônômico dos solos. Os métodos laboratoriais de extração dos parâmetros seguem as diretrizes de Embrapa (EMBRAPA, 2017), assim como as amostras de solos analisadas nesse estudo.

Quanto aos nutrientes, capacidade de troca catiônica – CTC efetiva (t) e potencial (T), e pH, predominam valores baixos ou muito baixos. Em resumo, os solos da AID são ácidos, distróficos, apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, baixa CTC, e baixos teores de MO. Essas características são esperadas, e comumente observadas em solos brasileiros, por suas condições climáticas tropicais que condicionam intenso intemperismo e lixiviação, além de ciclagem rápida de materiais orgânicos.

Quanto à constituição dos solos, os perfis que apresentam cores vermelhas e estrutura granular, indicam presença considerável de óxidos de ferro (hematita, goethita, maghemita, e possivelmente magnetita) e/ou óxidos de alumínio (gibbsita), fato confirmado pela digestão através do método USEPA 3050 (USEPA, 1998). Apesar do fato desse método atuar sobre todas as frações granulométricas presentes (areia, silte e argila), e não só na fração argila, essa inferência é possível porque a análise caracteriza a argila e as prováveis fontes de formação de novos argilominerais, que são formados à partir do intemperismo das frações areia e silte, quando constituídos de restos da rocha de origem e minerais primários (exceto quartzo).

3.5 Determinação de valores de background geoquímico

A tabela 6 apresenta os resultados de *background* geoquímico definidos para cada classe de solo característico da região. Em negrito encontram-se os valores que excederam os valores máximos permitidos da resolução de referência conama 420 (conama, 2009).

Parâmetro	VP	VI	Valor de referência de qualidade	
			Cambissolo háptico Tb distrófico latossólico da Fm. Serra do Moinho	Cambissolo háptico Tb distrófico típico do Gr. Araxá
Alumínio	-	-	443,7	321,5
Antimônio	2	25	1,3	1,3
Arsênio	15	150	940,0	4,5
Boro	-	-	28,8	17,9
Bário	150	750	58,9	26,5
Cálcio	-	-	131,0	96,0
Chumbo	72	900	18,8	8,6
Cobalto	25	90	9,3	2,4
Cobre	60	600	78,3	32,8
Cromo	75	400	514,7	58,5
Cádmio	1,3	20	131,0	0,7
Ferro	-	-	381,5	265,2
Magnésio	-	-	687,0	99,3
Manganês	-	-	630,9	97,3
Mercúrio	0,5	70	0,5	0,5
Molibdênio	30	120	0,5	0,5
Nitrato	-	-	66,7	56,2
Níquel	30	130	170,3	8,5
Prata	2	100	1,0	1,0
Selênio	5	-	1,0	1,0
Vanádio	-	1.000	122,4	59,3
Zinco	300	2.000	149,4	124,1

Tabela 6: Resultados do VRQ (percentil 75 – Q3) para cada classe de solo. Un. mg/kg.

Para as substâncias e elementos Al, B, Ca, Fe, Mg, Mn, Nitrato e V não há valores estabelecidos na Resolução CONAMA 420 como valores orientadores de prevenção e investigação (CONAMA, 2009). Para os demais parâmetros, os valores de referência de qualidade (VRQ) determinados estatisticamente apresentaram valores abaixo dos valores de prevenção e investigação, com exceção do arsênio, cobre, cromo, cádmio e níquel (>VP) e arsênio, cromo, cádmio e níquel (>VI) no solo cambissolo háptico Tb distrófico latossólico da Fm. Serra do Moinho.

Dentro desse domínio de solo está a unidade operacional da Equinox Gold de Pilar de Goiás, portanto esses deverão ser os valores de referência de qualidade a serem considerados nessa operação industrial segundo apregoa a norma do CONAMA 420 (CONAMA, 2009).

Água superficial

Com base nos resultados obtidos para águas superficiais, observa-se que todos os elementos estão com a concentração máxima abaixo do valor orientado de referência da resolução CONAMA 357 (CONAMA 2005), com a exceção de elemento **manganês total** que apresentou concentração igual a **0,166 mg/L** no ponto ASBG 01. Portanto, esse seria uma referência atual de valor de *background* geoquímico para este parâmetro.

Os elementos de interesse para área de estudo, arsênio, ferro, cromo, níquel e cádmio não apresentaram valores de concentração acima dos valores preconizados na resolução CONAMA 357 (CONAMA 2005), contudo, o trabalho aqui apresentado reporta somente uma campanha. Valores de *background* geoquímico para água superficial geralmente se reportam em faixas de concentração devido a variações sazonais típicas de amostras dessa natureza. Para a confirmação da faixa de valores determinados neste estudo, os pontos devem ser monitorados nos períodos de chuva e estiagem para avaliar as variações dos parâmetros de acordo com a sazonalidade.

Água subterrânea

Com base nos resultados obtidos para as águas subterrâneas, observa-se que a concentração do elemento alumínio esteve ligeiramente acima dos limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA 396 (CONAMA, 2008). Mas apresentam uma concentração natural da área de estudo.

4 | CONCLUSÃO

O estudo foi realizado conforme preconizado na resolução ambiental do CONAMA 420/09 para região de Pilar de Goiás, visando subsidiar estudos de investigação ambiental de risco à saúde humana e ecológica.

Solos

A amostragem de solo foi realizada em três diferentes estações de monitoramento para cada classe de solo predominante nesta área, que seriam: cambossolos da Fm Serra do Moinho e Gr. Araxá. Além disso também foram investigados os solos em geral na área do empreendimento, servindo de embasamento para este estudo. Com base na metodologia adotada para definição de *background* para solos, os valores de **arsênio, cobre, cromo, cádmio e níquel** apresentam valores acima do valor de prevenção (VP) e **arsênio, cromo, cádmio e níquel** acima do valor de investigação (VI) da norma vigente para o cambissolo háplico Tb distrófico latossólico da Fm. Serra do Moinho. Esses valores são concentrações de referência para futuros trabalhos de investigação ambiental e de avaliação de risco à saúde humana e ecológica.

Águas Superficiais

A amostragem de águas superficiais foi realizada no Córrego do Amâncio e Rio Vermelho a montante do empreendimento e os resultados indicam uma boa qualidade da água sendo que todas as concentrações dos elementos analisados estão abaixo dos limites legais da resolução nacional (CONAMA 2005), com a exceção do **manganês total (Mn)** que foi de **0,166 mg/L**, portanto este seria o valor de *background* geoquímico para este elemento.

Água subterrânea

A amostragem de água subterrânea foi realizada em um poço a montante do empreendimento e os resultados indicam uma boa qualidade da água sendo que todas as concentrações dos elementos analisados estão abaixo dos limites legais, com a exceção do parâmetro **Alumínio (Al)** que foi de **0,312 mg/L**, enquanto o VMP é de apenas 0,10 mg/L.

É recomendado que os pontos de *background* geoquímico de água superficial e subterrânea possam ser monitorados mais vezes até que uma série histórica de mais de 3 ciclos hidrológicos se complete. Recomenda-se campanhas semestrais que contemplem a estação chuvosa e seca.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15.847**: Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de purga. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

CFSEMG – Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras. 1999. 359 p.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 17 mar. 2005.

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.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420 de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 28 dez. 2009.

ECHA - European Chemicals Agency. **General Report**. 2008.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF. 2017. 573 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF. 2018. 356 p.

MATSCHULLAT, J.; OTTENSTEIN, R.; REIMANN, C. Geochemical Background – Can we calculate it?. **Environmental Geology**, vol. 39, n. 9, p. 990-1000. 2000.

MME - Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SD.22 Goiás: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. v. 25. Rio de Janeiro. 1981.

RODRIGUES, A.; NALINI, H. Valores de background geoquímico e suas implicações em estudos ambientais. **Rev. Escola de Minas**, Ouro Preto, vol. 62, n. 2. 2009.

SANTOS, R. D. *et al.* **Manual de Coleta e Solo no Campo**. Viçosa, MG: SBCS. 2015. 102 p.

USEPA – United States Environmental protection Agency. **Method 3050 B**. 1998. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/epa-3050b.pdf>>. Acesso em: jul. 2020.

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