

INSTITUTO FEDERAL

Goiás

Câmpus Formosa

**CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA
CIVIL**

**LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DE
RESÍDUOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS: estudo
associado à produção mineral no período de 2010 a 2021**

DANIEL LEITE ALVARENGA

Formosa – GO

2022



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Daniel Leite Alvarenga

Matrícula: 20151070080070

Título do Trabalho: Levantamento Quantitativo e Qualitativo de Rejeitos Minerais do Estado de Goiás: estudo associado à produção mineral em empresas licenciadas

Autorização - Marque uma das opções

1. (x) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

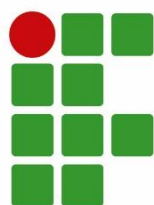
- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Formosa-GO, 15/02/2023

Local

Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



INSTITUTO FEDERAL

Goiás

Câmpus Formosa

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DANIEL LEITE ALVARENGA

**LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DE
RESÍDUOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS: estudo
associado à produção mineral no período de 2010 a 2021**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do curso de
Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
de Goiás, *Campus Formosa*, como requisito
para avaliação na disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso II.

Orientador: Prof. Dr. André Augusto Nóbrega
Dantas.

Formosa – GO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A473l

Alvarenga, Daniel Leite

Levantamento quantitativo e qualitativo de resíduos minerais no estado de Goiás: estudo associado a produção mineral no período de 2010 a 2021. / Daniel Leite Alvarenga — Formosa, 2023.
75 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. André Augusto Nóbrega Dantas.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Graduação) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Formosa, Bacharelado em Engenharia Civil.

1. Mineração — Brasil. 2. Minérios. 3. Resíduo mineral — Goiás. I. Dantas, André Augusto Nóbrega. II. Título. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Formosa.

CDD: 338.2

Bibliotecária: Charlene Cardoso Cruz CRB1-DF nº 2909



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS FORMOSA

ATA N° 04/ 2023

Engenharia Civil / Câmpus Formosa

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Aos dezoito dias de janeiro do ano de dois mil e vinte e três, às 21:00 horas, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso II do Graduando **Daniel Leite Alvarenga** (matrícula 20151070080070) do curso de Engenharia Civil, no segundo semestre letivo do ano de dois mil e vinte dois. A defesa ocorreu via web Conferência pelo Google Meet. A banca foi composta pelos seguintes membros:

- André Augusto Nóbrega Dantas (Orientador)
- Alécio Júnior Mattana (Avaliador Interno)
- Yuri Sotero Bomfim Fraga (Avaliador Externo)

Sob a presidência do primeiro. O trabalho de conclusão de curso tem como título "**LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DE REJEITOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS: estudo associado à produção mineral em empresas licenciadas**" sob orientação do Prof. André Augusto Nóbrega Dantas. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso II, tendo sido o autor arguido pela Banca Examinadora, a nota obtida foi **9,0**. A sessão foi encerrada às 22:30 horas. Eu, Prof. André Augusto Nóbrega Dantas, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca.

Prof. André Augusto Nóbrega Dantas

(Assinado eletronicamente)

Prof. Alécio Júnior Mattana

(Assinado eletronicamente)

Prof. Yuri Sotero Bomfim Fraga

(Assinado eletronicamente)

Prof. Fabiano Campos Macêdo

Coordenador do Curso Bacharelado em Engenharia Civil/ Câmpus Formosa
(Assinado eletronicamente)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fabiano Campos Macedo**, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - FOR-CCBENG, em 08/02/2023 15:09:57.
- **Yuri Sotero Bonfim Fraga**, Yuri Sotero Bonfim Fraga - 332105 - Professor assistente de regência de classe - Ifg - Câmpus Formosa (10870883000730), em 01/02/2023 15:51:00.
- **Alecio Junior Mattana**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/01/2023 11:21:51.
- **Andre Augusto Nobrega Dantas**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/01/2023 12:00:16.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/01/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 366942

Código de Autenticação: 7ec8844904



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Rua 64 esquina com Rua 11, S/Nº, Expansão Parque Lago, Formosa / GO, CEP 73813-816
(61) 3642-9491 (ramal: 9491), (61) 3642-9493 (ramal: 9493)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANM - Agência Nacional de Mineração

CEMPRE - Cadastro Central de Empresas

CFEM - Compensação Financeira pela Exploração Mineral

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

ESG - *Environmental, Social and Governance*

GeoSGB - Serviço Geológico do Brasil

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração

IFG - Instituto Federal de Goiás

PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PIB - Produto Interno Bruto

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Síntese de produção x dependência mineral (IBRAM, 2020).....	8
Figura 2- Valor percentual estimativo da quantidade de resíduo gerados na extração dos minérios do estado de Goiás (DNPM, 2010); produzido a partir dos dados apresentados na tabela 5.	15
Figura 3- Quantidade percentual de material inerte e quantidade de rejeito em relação ao total da produção.....	26
Figura 4- Filtros aplicados no sistema de arrecadação da ANM.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados (em bilhões de dólares) de exportações e importações brasileiras de 2020 e 2021 (IBRAM, 2022). * Saldo Mineral equivale a 80% do saldo Brasil em 2021. Em 2020, esse valor foi de 64,4%.	7
Tabela 2- Compilado das principais legislações federais brasileiras (IBRAM, 2016).....	9
Tabela 3- Minérios mais extraídos em nível nacional até julho de 2022 (dados da ANM, 2022 manipulados por este autor).	12
Tabela 4- Minérios mais extraídos em Goiás em julho de 2022 (dados da ANM, 2022 manipulados por este autor).....	14
Tabela 5- Produção bruta e beneficiada dos principais minérios extraídos no estado de Goiás (DNPM, 2010).	14
Tabela 6- Dados unificados em uma planilha referentes a produção bruta e a produção beneficiada em toneladas no estado de Goiás para o ano de 2021, constantes da publicação do Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM.	21
Tabela 7- Dados de 2021 da CFEM de Goiás transferidos do site da Agência Nacional da Mineração – ANM para uma planilha. Os dados de junho e julho foram ocultados apenas para ser possível a visualização da tabela inteira.....	22
Tabela 8- Minerais constantes da publicação do Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM	24
Tabela 9- Minerais selecionados da publicação do Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM após higienização dos dados.	25
Tabela 10- Quantidade de material inerte, quantidade de rejeito e a soma dos dois resultando na quantidade de resíduos.	26
Tabela 11- Ranking dos maiores geradores de resíduo comparado com a posição no ranking dos maiores arrecadadores de CFEM.....	28
Tabela 12- Empresas que operaram em Goiás na extração de ouro em 2021.	29
Tabela 13- Empresas que operaram em Goiás na extração de minério de nióbio em 2021.	30
Tabela 14- Empresa que operou em Goiás na extração de cobre em 2021....	30

Tabela 15- Empresas que operaram em Goiás na extração de níquel em 2021.	30
Tabela 16- Empresa que operou em Goiás na extração de amianto em 2021.	30
Tabela 17- Empresas que operaram em Goiás na extração de fosfato em 2021.	31
Tabela 18- Empresa que operou em Goiás na extração de titânio em 2021. ..	31
Tabela 19- Empresa que operou em Goiás na extração de vermiculita em 2021.	31
Tabela 20- Empresas que operaram em Goiás na extração de manganês em 2021.	31
Tabela 21- Empresas que operaram em Goiás na extração de alumínio em 2021.	32
Tabela 22- Empresas que operaram em Goiás na extração de ferro em 2021.	32
Tabela 23- Tabela sintética dos estudos apresentados nos tópicos de 4.5.1 a 4.5.10 deste trabalho.	42

RESUMO

A mineração é tida como uma das principais vertentes econômicas do Brasil na atualidade, pois os recursos extraídos são utilizados em ligas de aço, materiais cerâmicos, construção civil, cosméticos, automóveis, combustíveis, equipamentos eletrônicos, entre outros. O Brasil se destaca no ramo da mineração por apresentar um ambiente geológico propício e possuir uma quantidade significativa de tipos de minérios. Dentre as 27 unidades federativas do Brasil, o estado de Goiás destaca-se como quarto maior estado brasileiro em operações minerais, ficando atrás apenas da Bahia, do Pará e de Minas Gerais, tendo ainda bastante espaço para expansão do setor. Entretanto, o processo de extração mineral é considerado como uma das atividades mais degradantes do meio ambiente, trazendo consigo impactos na fauna, na flora nos corpos d'água, no ar, no solo, além da poluição sonora, visual e danos à saúde física e mental. Neste contexto, este estudo visa descrever o perfil mineral de Goiás, com ênfase na geração de resíduos sólidos, detalhando quais minérios, a quantidade de resíduos e como reaproveitar esses resíduos na construção civil. Em pesquisa no site da Agência Nacional de Mineração (ANM), na base de dados de arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), separando as informações por mineral produzido, foram levantados 381 produtores que atuaram em Goiás em 2021, entre pessoas físicas e pessoas jurídicas, na extração de 47 minérios. Entretanto, na base de dados do Anuário Mineral Brasileiro também da ANM, para o período de 2010 a 2021, foram encontradas informações referentes a produção de apenas 31 minerais. Ainda assim foi necessário higienizar a base de dados e o estudo focou em 15 minerais, quais sejam prata, ouro, cobalto, bário, nióbio, cobre, níquel, amianto, fosfato, titânio, vermiculita e perlita, manganês, estanho, alumínio (bauxita) e ferro. Essa base permitiu estimar a média percentual de resíduos da produção mineral de Goiás na casa do 85,32% da produção bruta. Foram apresentadas as empresas que trabalharam na extração desses 15 minerais em 2021. Foi apresentada uma síntese de estudos acadêmicos referentes a reutilização de 10 desses 15 minerais em setores da construção civil. Com tanto empreendimento mineral no estado, aliando-se o potencial de crescimento do setor, cada vez mais o estado e as empresas devem se preocupar com o manejo sustentável dos resíduos da mineração para a manutenção da qualidade de vida da geração atual e das vindouras. As universidades e os institutos federais precisam ser inseridos nesse processo, como elo entre o Poder Público e a iniciativa privada, apresentando soluções adequadas para a sociedade.

Palavras-chaves: construção civil, ESG, geotecnia ambiental, Goiás, mineração, rejeitos da mineração, resíduos da mineração.

ABSTRACT

Mining is considered one of the main economic aspects of Brazil today, as the extracted resources are used in steel alloys, ceramic materials, civil construction, cosmetics, automobiles, fuels, electronic equipment, among others. Brazil stands out in the mining industry because it has a favorable geological environment and has a significant amount of types of ores. Among the 27 federal units in Brazil, the state of Goiás stands out as the fourth largest Brazilian state in terms of mineral operations, behind only Bahia, Pará and Minas Gerais, still having plenty of room for expansion in the sector. However, the mineral extraction process is considered as one of the most degrading activities of the environment, bringing with it impacts on fauna, flora in water bodies, air, soil, in addition to noise and visual pollution and damage to physical health. and mental. In this context, this study aims to describe the mineral profile of Goiás, with emphasis on the generation of solid waste, detailing which ores, the amount of waste and how to reuse these wastes in civil construction. In a survey on the National Mining Agency (ANM) website, in the Financial Compensation for Mineral Exploration (CFEM) collection database, separating the information by mineral produced, 381 producers who operated in Goiás in 2021 were surveyed, among individuals and legal entities, in the extraction of 47 ores. However, in the Anuário Mineral Brasileiro database, also from ANM, for the period from 2010 to 2021, information was found regarding the production of only 31 minerals. Even so, it was necessary to sanitize the database and the study focused on 15 minerals, namely silver, gold, cobalt, barium, niobium, copper, nickel, asbestos, phosphate, titanium, vermiculite and perlite, manganese, tin, aluminum (bauxite) and iron. This base allowed estimating the average percentage of residues from mineral production in Goiás at around 85.32% of gross production. The companies that worked on the extraction of these 15 minerals in 2021 were presented. A synthesis of academic studies regarding the reuse of 10 of these 15 minerals in civil construction sectors was presented. With so much mineral enterprise in the state, allied to the sector's growth potential, the state and companies must increasingly be concerned with the sustainable management of mining waste to maintain the quality of life of current and future generations. Universities and federal institutes need to be included in this process, as a link between the Public Power and the private sector, presenting appropriate solutions for society.

Keywords: civil construction, ESG, environmental geotechnics, Goiás, mining, mining tailings, mining waste.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Contexto Geral.....	2
1.2 Justificativa	4
1.3 Objetivo Geral	5
1.4 Objetivos específicos	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 A mineração no Brasil	6
2.2 A mineração no estado de Goiás	10
2.3 Alguns destaques do setor minerador no estado de Goiás	12
2.4 Impactos ambientais oriundos da mineração	15
3. METODOLOGIA	18
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	24
4.1 Análise dos dados de produção bruta e produção beneficiada.....	24
4.2 Análise dos dados da arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM.....	27
4.3 Agregando informação de CFEM ao escopo do estudo	27
4.4 Empresas atuantes em Goiás	28
4.5 Caracterização e Aproveitamento de Resíduos	32
4.5.1 Resíduos gerados na produção de ouro	33
4.5.3 Resíduos gerados na produção de cobre	35
4.5.4 Resíduos gerados na produção de níquel e cobalto	35
4.5.5 Resíduos gerados na produção de fosfato	37
4.5.6 Resíduos gerados na produção de minério de titânio	37
4.5.7 Resíduos gerados na produção de vermiculita	39
4.5.8 Resíduos gerados na produção de manganês.....	39
4.5.9 Resíduos gerados na produção de alumínio	40
4.5.10 Resíduos gerados na produção de ferro	40
4.6 Tabela sintética dos resíduos	41
5. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXO A – DADOS DE PRODUÇÃO BRUTA E PRODUÇÃO BENEFICIADA.....	52
ANEXO B – CFEM POR MINERAL	62

ANEXO B2 – CFEM POR MINERAL (similares somados*)	64
ANEXO C – PESSOAS FÍSICAS OU JURÍDICAS QUE ATUARAM EM GOIÁS EM 2021	66

1. INTRODUÇÃO

A mineração é tida como uma das principais vertentes econômicas do Brasil na atualidade, pois os recursos extraídos são utilizados em ligas de aço, materiais cerâmicos, construção civil, cosméticos, automóveis, combustíveis, equipamentos eletrônicos, entre outros. Para a obtenção de um mineral puro são necessárias várias fases, como pesquisa e exploração, lavra e beneficiamento (VALERIUS, 2014).

O Brasil se destaca no ramo da mineração por apresentar um ambiente geológico propício e possuir uma quantidade significativa de tipos de minérios. Em 2021 a extração de minérios no Brasil teve grande participação na composição do Produto Interno Bruto – PIB, o saldo mineral representou 80% do saldo Brasil (IBRAM, 2022). O estado de Goiás, atualmente, destaca-se como quarto maior estado brasileiro em operação, totalizando em julho de 2022 um montante de R\$ 4,4 bilhões; ficando atrás apenas da Bahia, do Pará e de Minas Gerais (ANM, 2022).

A mineração gera muito interesse econômico, tanto do setor público quanto do setor privado, de tal modo que passou a ser regulada pelo Governo Federal por meio do Código de Minas, Decreto-Lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967; concedendo ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (atual Agência Nacional de Mineração – ANM) o zelo pela execução das diretrizes do referido código (BRASIL, 1967).

A necessidade de regulamentação do setor reside no fato de a extração mineral no Brasil ser muito promissora, pouco explorada haja vista o Brasil desconhecer seu verdadeiro potencial geológico, gerar grandes modificações do meio ambiente e gerar grandes volumes de resíduo (IBRAM, 2022).

O processo de extração mineral é considerado como uma das atividades mais degradantes trazendo consigo inúmeros impactos sobre o meio, tais como: poluição da água, ar, solo, sonora, visual, vibração e danos à saúde (MELLER *et al.*, 2018).

Segundo dados do DNPM de 2009, a extração de amianto, cobre, nióbio, níquel, cobalto e ouro produzem resíduos à proporção de mais de 90% da operação bruta de extração. Esta grande quantidade de resíduos tem potencial danoso frente a preservação da fauna, da flora e dos corpos hídricos. A gestão

dos resíduos mais uma vez se mostra necessária. Sistematizar dados referentes à quantidade de resíduos e identificar possíveis usos na construção civil permite parametrizar padrões aceitáveis de destinação dos resíduos, fiscalização mais efetiva dos órgãos de controle, garantir a segurança da população a margem das áreas de extração e promover a manutenção dos recursos ambientais para as gerações futuras.

Considerando o histórico recente de catástrofes ocorridas em Minas Gerais, nas cidades de Mariana (2015) e Brumadinho (2019), que tiveram rompimento de barragens de rejeitos causando perdas irreparáveis à sociedade civil, cada vez mais o poder público precisa se debruçar sobre a atividade de mineração, propondo políticas públicas eficazes em controlar a operação das mineradoras e mitigar os impactos da sua atuação.

Torna-se cada vez mais latente a necessidade de acompanhar de perto a atividade mineradora, de modo que seja possível identificar previamente pontos sensíveis e contribuir para uma atuação mais eficiente do poder público. Nesta perspectiva, este trabalho buscará entender o perfil mineral do estado de Goiás, de modo a definir os principais geradores de resíduos, identificar os tipos de resíduo, e suas quantidades; subsidiar decisões técnicas e políticas do poder público e setor privado, bem como contribuir para sociedade goiana com possíveis soluções para utilização dos resíduos da mineração nos setores da construção civil.

1.1 Contexto Geral

Goiás, um dos 26 estados brasileiros, está situado na região Centro-Oeste do país ocupando uma área de 340.106 km². Sétimo estado em extensão territorial, Goiás tem posição geográfica privilegiada. Limita-se ao norte com o estado do Tocantins, ao sul com Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, à leste com a Bahia e Minas Gerais e à oeste com Mato Grosso (IMG, 2018). Goiás possui 246 municípios e uma população de 7,206 milhões de habitantes (IBGE, 2020).

Segundo estatísticas do Cadastro Central de Empresas – CEMPRESA, Goiás contava com 581 empresas atuando em 2020 na área das indústrias extrativas. Segundo definição apresentada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o setor das indústrias extrativas compreende as atividades

de extração de minerais em estado natural: sólidos (carvão e outros minérios), líquidos (petróleo cru) e gasosos (gás natural), podendo realizar-se em minas subterrâneas, a céu aberto ou em poços; inclui as atividades complementares de beneficiamento associado à extração, realizadas principalmente para melhorar a qualidade do produto e facilitar a comercialização, desde que o beneficiamento não altere as características físicas ou químicas dos minerais (IBGE, 2020). Indústrias extrativas englobam extração de carvão mineral, extração de petróleo e gás natural, extração de minerais metálicos, extração de minerais não-metálicos e atividades de apoio à extração mineral.

Um ramo dessas indústrias extrativas, a de extração de ouro, tem atuado empresas como a AngloGold Ashanti opera na cidade de Crixás (GO), unidade composta por uma planta metalúrgica, uma mina a céu aberto e três minas subterrâneas. Com 31 anos de operação, completados em 2020, a unidade já produziu mais de 4,5 milhões de onças, o que torna Serra Grande a principal produtora e exportadora de ouro de Goiás (ANGLOGOLD ASHANTI, 2020).

Goiás lidera a produção nacional de níquel, através da Anglo American, que possui duas minas e unidades de metalurgia em Barro Alto e Niquelândia, mantendo uma capacidade instalada da ordem de 45 mil toneladas/ano (ALVES, 2022).

Com início de operações está a Mineração Serra Verde em Minaçu. O final das obras de instalação estava previsto para fim de 2021 e o empreendimento terá capacidade para produzir 7 mil toneladas por ano de concentrado de terras raras, com vida útil estimada em 24 anos. Conjunto de 17 elementos da tabela periódica, as terras raras são produzidas e consumidas majoritariamente na China, que detém 90% da produção mundial. Nos últimos anos, o país impôs restrições de exportação, reservando sua produção para o mercado interno, o que aumenta ainda mais a procura por esses minerais no mundo (CONEXÃO MINERAL, 2020).

Como visto, ainda que seja um setor em expansão no estado, empresas de grande relevância na produção nacional atuam em Goiás contribuindo relevantemente para a composição do PIB brasileiro.

1.2 Justificativa

Tendo em vista o desenvolvimento do setor mineral em Goiás, a quantidade de rejeitos já gerados pelas mineradoras e o possível aumento da geração com a instalação de novas operações; é de suma importância que se desenvolvam trabalhos técnicos voltados a esta temática.

O principal intuito deste estudo é entender o perfil minerador do estado de Goiás, de modo a buscar os principais geradores de resíduos, identificar os tipos de resíduos e estimar as quantidades, para se obter dados sistematizados que sirvam de embasamento para o controle e fiscalização desses resíduos. Manter um controle sistematizado dessas informações pode contribuir para a segurança da população e para a preservação do meio ambiente.

Tanto a preocupação é pertinente que as empresas já estão mudando de postura quanto ao manejo dos resíduos. A AngloGold Ashanti que minera ouro em Goiás publicou em seu *site* que a operação de Serra Grande (Crixás) foi a primeira unidade das quatro que operam no Brasil a encerrar o envio de rejeito em polpa para barragem e já dispõe 100% do rejeito a seco, desde setembro de 2021 (ANGLOGOLD ASHANTI, 2021). Essa ação já consta do relatório ESG - 2021 da empresa, sigla que significa *Environmental, Social and Governance*, um conjunto de padrões e boas práticas que visa definir se uma empresa é socialmente consciente, sustentável e corretamente gerenciada (BERTÃO, 2022).

Neste contexto, o Engenheiro Civil, que tem atuação constante no processo de extração de minérios, precisa ressignificar sua atuação, pois não pode se limitar a, no fim do processo, monitorar a estabilidade das barragens de rejeito. O Engenheiro Civil precisa ser capaz de apresentar solução para, em situação ideal, destinar os resíduos da extração para reutilização em outros processos da construção civil.

Então, partindo do princípio que o Instituto Federal de Goiás - IFG, conforme prevê seu Estatuto, tem como uma de suas finalidades promover o desenvolvimento científico e tecnológico, a produção e a transferência de tecnologias sociais, notadamente as voltadas à preservação do meio ambiente; e ainda que o IFG tem como um de seus objetivos realizar pesquisas, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas,

estendendo seus benefícios à comunidade; este estudo volta seu olhar para o estado de Goiás em busca de contribuir para que o setor mineral traga desenvolvimento e tecnologia para a população goiana sem deixar de se preocupar com as gerações futuras, agregando técnicas sustentáveis em seus processos.

1.3 Objetivo Geral

Descrever o perfil mineral do estado de Goiás, com ênfase nos resíduos sólidos, detalhando quais minérios fazem parte de suas atividades de extração, qual a quantidade de resíduos gerados, delimitar os minerais de grande representatividade na produção e na arrecadação, e fazer a correlação dos principais minerais com a literatura quanto ao que pode ser aproveitado em setores da construção civil.

1.4 Objetivos específicos

Para concluir o objetivo geral, necessário se faz cumprir as seguintes etapas a título de objetivos específicos:

- Coletar junto à Agência Nacional de Mineração a produção bruta mineral e a produção beneficiada mineral do estado de Goiás;
- Identificar as produções minerais que mais geram resíduos;
- Apresentar as principais empresas que atuam no setor mineral no estado de Goiás;
- Descrever com base na literatura a característica dos resíduos dos minerais analisados;
- Analisar, com base na literatura, quais destes resíduos têm potencial para aplicação na construção civil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A mineração sempre teve papel relevante na economia mundial, da mesma forma como ocorre na economia Brasileira, e foi evoluindo seus processos à medida que o tempo foi passando, para atender às demandas mundiais. Com a industrialização cada vez mais crescente no mundo pós-Revolução Industrial, a tecnologia foi se popularizando e a população passou a ter acesso a bens industrializados que melhorariam sua qualidade de vida. A relevância da mineração no Brasil é tanta que a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 20, inciso IX, registrou como bem da União os recursos minerais, inclusive o do subsolo (BRASIL, 1988).

Entretanto, uma vez popularizada a tecnologia, os consumidores no modelo capitalista passam a pressionar as indústrias para produção de novidades tecnológicas, obrigando que os processos da mineração mudem mundo afora para potencializar a produção de insumos da base da cadeia produtiva industrial. E, na mesma medida, potencializam-se os impactos ao meio ambiente.

A seguir será exposto o perfil mineral do Brasil, os principais minerais que o Brasil produz, os minerais que exporta, os minerais que importa; bem como delinear a participação mineral na composição do Produto Interno Bruto – PIB e na balança comercial brasileira.

Será apresentada a evolução legal referente a exploração mineral no Brasil, com ênfase a partir do ano de 2010, ano este da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Mais adiante será apresentada a evolução do setor mineral no estado de Goiás, desde o século XVII com o início da mineração do ouro, seu declínio a partir do ano de 1780, o retorno da mineração a partir do século XX, chegando aos dias atuais com o estado figurando em 4º lugar nacional na produção mineral.

2.1 A mineração no Brasil

Atualmente, o Brasil ocupa mundialmente um papel de destaque na indústria da mineração, por apresentar um ambiente geológico compatível e

possuir uma gama considerável de minérios. A extração de minérios no Brasil tem boa participação na composição do Produto Interno Bruto – PIB, conforme dados da tabela 1. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), a diferença entre as exportações e as importações de minérios (saldo mineral) correspondeu a 80% do saldo comercial brasileiro em 2021, que foi de US\$ 61 bilhões (IBRAM, 2022).

	2020	2021	2020 x 2021
EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS	\$209,2	\$280,6	34%
EXPORTAÇÕES MINERAIS	\$36,5	\$58	58,60%
IMPORTAÇÕES BRASILEIRAS	\$158,8	\$219,4	38,20%
IMPORTAÇÕES MINERAIS	\$4,1	\$9,1	120,80%
SALDO BRASIL	\$50,4	\$61,2	21,50%
SALDO MINERAL*	\$32,5	\$48,9	50,70%

Tabela 1- Dados (em bilhões de dólares) de exportações e importações brasileiras de 2020 e 2021 (IBRAM, 2022). * Saldo Mineral equivale a 80% do saldo Brasil em 2021. Em 2020, esse valor foi de 64,4%.

O perfil mineral brasileiro o coloca como grande produtor no mercado internacional de nióbio (1º), ferro (2º), vermiculita (3º), grafita (3º), vanádio (4º), bauxita (5º) e caulim (7º). Exporta, com menos expressão, estanho, níquel, magnesita, manganês, cromo, ouro, rochas ornamentais; e é autossuficiente na produção de calcário, diamante industrial, tungstênio e talco (IBRAM, 2020).

Em contrapartida, o Brasil é importador de cobre, enxofre, titânio, fosfato, diatomito e zinco; e é dependente externamente de carvão metalúrgico, potássio, terras raras (IBRAM, 2020). A figura 1 ilustra a balança mineral em termo dos minérios produzidos *versus* minérios importados:

QUADRO SÍNTESE DE PRODUÇÃO X DEPENDÊNCIA MINERAL

EXPORTADOR GLOBAL/ PLAYER	Exportador de	Autossuficiente em	Importador de	POSSUI DEPENDÊNCIA EXTERNA DE
- Nióbio (1º) - Ferro (2º) - Vermiculita (3º) - Grafita (3º) - Vanádio (4º) - Bauxita (5º) - Caulim (7º)	- Estanho - Níquel - Magnesita - Manganês - Cromo - Ouro - Rochas Ornamentais	- Calcário - Diamante Industrial - Tungstênio - Talco	- Cobre - Enxofre - Titânio - Fosfato - Diatomito - Zinco	- Carvão Metalúrgico - Potássio - Terras Raras



Fonte: USGS 2020, elaboração IBRAM 2020

Figura 1- Síntese de produção x dependência mineral (IBRAM, 2020).

Pelos dados apresentados é possível perceber que o setor mineral no Brasil tem muita relevância na economia, e essa relevância veio sendo construída ao longo do tempo. A partir da Revolução Industrial e a crescente demanda de insumos minerais para o setor industrial, se torna também crescente a quantidade produzida de minérios. Houve ainda, com o desenvolvimento tecnológico, o desenvolvimento de técnicas capazes de minerar substâncias com baixo teor mineral, contribuindo ainda mais para a produção de resíduos. Entretanto, as práticas de manejo dos resíduos se mantiveram da mesma forma que antes, surgindo a necessidade de se transportar os rejeitos para distâncias cada vez maiores das fontes geradoras, em geral depositados em corpos d'água (IBRAM, 2016).

Para evitar que a atividade mineradora se desenvolvesse de forma desordenada e danosa ao meio ambiente, a partir do século XX diversos países começaram a regulamentar a gestão e o manejo dos rejeitos da mineração a partir de seus conhecimentos empíricos (IBRAM, 2016). As principais legislações federais no Brasil estão tabela 2:

ÂMBITO FEDERAL	
1	Lei Federal nº 12.305/2010 – 02/08/2010: institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, que apresenta o rejeito da mineração como uma categoria de resíduo (art.13, inciso I, “k”).
2	Lei Federal nº 12.334/2010 – 20/09/2010: estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.
3	Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional de Recursos Hídricos – Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012: estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.
4	Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional de Recursos Hídricos – Resolução nº 144, de 10 de julho de 2012: estabelece diretrizes para implantação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
5	Portaria DNPM nº 416, de 03 de setembro de 2012: cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração conforme a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.

Tabela 2- Compilado das principais legislações federais brasileiras (IBRAM, 2016).

O Governo Federal já editou alguns normativos com regulamentação da disposição dos rejeitos acumulados em barragens, mas convém esclarecer que há outras formas de armazenamento dos resíduos da mineração. Os resíduos são classificados basicamente em dois tipos: os resíduos estéreis e os rejeitos.

No decapeamento da jazida são produzidos materiais sem nenhum valor econômico denominados materiais estéreis. Estes são dispostos geralmente, em pilhas e utilizados algumas vezes no próprio sistema de extração do minério (LOZANO, 2006). Os materiais estéreis são os sólidos extraídos da mina, na atividade de lavra e que, por características tais como teores ou propriedades físicas, não valem a pena serem processados ou comercializados, sendo direcionados a locais específicos para estocagens ou descartes (GONTIJO, 2021). Podem se integrar à paisagem de onde forem dispostos com a cobertura vegetal apropriada ou serem usados no aterramento de áreas lavradas (VGR, 2021).

Rejeitos são resíduos resultantes de processos de beneficiamento, a que são submetidos os minérios, visando extrair os elementos de interesse

econômico (produto final). Esses processos têm a finalidade de regularizar o tamanho dos fragmentos, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final (ESPÓSITO, 2000).

Nesta perspectiva em que os recursos minerais brasileiros, atraentes aos investimentos privados e propriedade da União, passam a ser explorados com mais eficiência, e que mais resíduos são gerados; que é editada a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, editada na Lei Federal nº 12.305/2010, para delimitar as responsabilidades de cada ator neste processo.

A PNRS define que os municípios necessitam elaborar um Plano Municipal de Resíduos Sólidos capaz de diagnosticar as atividades geradoras de resíduos sólidos e as áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; identificar os passivos ambientais relacionados aos resíduos; traçar metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem; promover programas e ações de capacitação técnica e de educação ambiental; desenvolver monitoramento, controle e fiscalização; entre outras ações (BRASIL, 2010).

Outra importante determinação da PNRS é a necessidade de elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS pelas empresas diretamente ligadas ao transporte e tratamento de resíduos sólidos descrevendo a atuação vinculada ao empreendimento; os resíduos gerados; os responsáveis por cada etapa do gerenciamento; os procedimentos operacionais; as ações preventivas e corretivas; as metas de redução da geração (BRASIL, 2010).
ao estabelecer a gestão compartilhada delimitando as ações de gestão (públicas) e de gerenciamento (privadas).

2.2 A mineração no estado de Goiás

Sinteticamente, a mineração em Goiás surge com a chegada dos Bandeirantes vindos de São Paulo em busca do ouro no final do Século XVII e início do Século XVIII. Entretanto a época do ouro em Goiás foi breve, porém intensa. Durou aproximadamente 50 anos e entrou em rápida decadência (GOIÁS, 2019).

A produtividade do ouro declina definitivamente a partir do ano de 1780, ano em que a Coroa recebe de quintos reais apenas 300 kg de ouro, frente aos 700 kg auferidos em 1751 (BERTRAN, 1988 *apud* SEVILHA, 2018)

Até o século XIX o potencial mineral existente nos solos goianos seguiu desconhecido e inexplorado, devido à falta de pessoal qualificado para realizar pesquisas de potenciais reservas e suas viabilidades econômicas, bem como pela falta de investimentos públicos e privados no setor da mineração. Outro fator relevante foi o isolamento do estado de Goiás dos grandes centros do Brasil à época por conta da péssima infraestrutura rodo-aero-ferroviária (CARDOSO JÚNIOR e LUNAS, 2016).

O perfil da mineração em Goiás muda a partir do século XX, em especial na década de 1920, quando se inicia a exploração de diamantes em Baliza (antigo Distrito de Torres de Rio Bonito, atual Caipônia), em Aragarças e regiões próximas (CASTRO, 2004 *apud* CARDOSO JÚNIOR e LUNAS, 2016).

Houve, ainda, no ano de 1906, a descoberta de níquel no município de Niquelândia, com início das explorações em 1933. A mineração goiana passou então a ser relevante para o estado, ainda que no período de 1930 a 1950 não significasse nem 0,5% da produção mineral brasileira (CASTRO, 2006 *apud* CARDOSO JÚNIOR e LUNAS, 2016).

O Governo Federal começa a impulsionar o setor no Brasil e, conseqüentemente em Goiás, a partir da publicação do I Plano Mestre Decenal de Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil - 1965/1974, criando as condições políticas ideais para identificar e explorar os recursos potenciais nacionais e estaduais (CARDOSO JÚNIOR e LUNAS, 2016).

A partir da década de 1970 o estado de Goiás passou a diversificar sua produção mineral, saltando de seis minerais explorados (água mineral, amianto, argila para cimento, brita, estanho e manganês); para 14 minerais explorados em 2003 (além dos minerais já citados, some-se areia, calcário, cobalto, esmeralda, ferro, fosfato, nióbio, níquel e ouro e subtraia o estanho) saindo de uma participação irrisória na produção mineral para figurar na posição de quarto maior produtor nacional (CARDOSO JÚNIOR e LUNAS, 2016).

Mais recente, Goiás mostra sua importância ao se colocar em quarto lugar em nível nacional. Conforme Revista Brasil Mineral, o estado de Goiás destaca-se na produção mineral do Brasil, tendo se colocado em quarto lugar em 2021,

atrás apenas dos estados do Pará, Minas Gerais e Bahia. No total, as companhias mineradoras que atuam no estado, com mais de 600 frentes de extração, responderam por uma produção de R\$ 8,575 bilhões no ano passado e recolheram aos cofres públicos R\$ 166,69 milhões em CFEM (Contribuição Financeira pela Exploração Mineral), o que também classifica o estado como quarto maior arrecadador (ALVES, 2022).

2.3 Alguns destaques do setor minerador no estado de Goiás

No Brasil é exigida uma contraprestação paga pelo minerador à União, aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios, denominada Compensação Financeira pela Exploração Mineral – CFEM, calculada sobre o faturamento líquido, obtido pela comercialização do produto, pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios. A arrecadação da CFEM é fiscalizada pela Agência Nacional de Mineração – ANM.

Em termos dessa contraprestação, pode-se elencar os 5 minérios mais extraídos e comercializados no âmbito nacional até dezembro de 2022, de acordo com a tabela 3:

	Arrecadador (Subs. Agrupadora)	Qtde Títulos	Operação (R\$)	Recolhimento CFEM (R\$)	% Recolhimento CFEM
1	MINÉRIO DE FERRO	147	142.834.961.159,49	4.966.759.851,09	3,47%
2	MINÉRIO DE OURO	746	22.034.719.057,85	331.866.266,78	1,50%
3	MINÉRIO DE COBRE	12	14.708.301.463,28	293.688.502,88	1,99%
4	CALCÁRIO DOLOMÍTICO	662	8.093.925.364,14	170.838.751,64	2,11%
5	MINÉRIO DE ALUMÍNIO	58	5.362.264.863,62	155.141.135,85	2,89%

Tabela 3- Minérios mais extraídos em nível nacional até julho de 2022 (dados da ANM, 2022 manipulados por este autor).

Dentre os 91 minérios que o Brasil extrai, estes cinco somam aproximadamente 82,84% da operação nacional. E desses cinco minérios mais extraídos, o estado de Goiás, em dezembro de 2022, aparece contribuindo com 20,77% da extração nacional de minério de cobre, 9,54% da extração nacional de calcário dolomítico, 5,39% da extração nacional de minério de ouro, 1,78% da extração nacional de minério de alumínio e 0,01% da extração nacional de minério de ferro; somando uma movimentação de aproximadamente R\$ 5,1 bilhões (ANM, 2022).

Ainda usando o parâmetro CFEM, o estado de Goiás figura como o quarto maior estado brasileiro em operação, totalizando até dezembro de 2022 um montante de R\$ 8,6 bilhões; ficando atrás apenas da Bahia com R\$ 9,3 bilhões, do Pará com R\$ 86,3 bilhões e de Minas Gerais com R\$ 93,4 bilhões (ANM, 2022).

O Estado de Goiás participa da produção nacional com a extração de 37 minérios, de acordo com a tabela 4:

Arrecadador (Subs. Agrupadora)		Qtde Títulos	Valor		
			Operação	Recolhimento	% Recolhimento
				CFEM	CFEM
1	MINÉRIO DE COBRE	3	3.055.019.575,11	61.100.391,50	1,99%
2	MINÉRIO DE OURO	11	1.187.574.080,00	17.839.634,02	1,50%
3	MINÉRIO DE NÍQUEL	3	862.909.039,72	17.253.849,83	1,99%
4	CALCÁRIO DOLOMÍTICO	69	772.293.275,50	14.897.670,84	1,92%
5	FOSFATO	6	699.451.899,13	14.229.612,14	2,03%
6	MINÉRIO DE NIÓBIO	5	509.780.477,56	15.570.936,94	3,05%
7	AMIANTO	1	428.963.901,83	8.579.278,05	2,00%
8	DOLOMITO	11	192.314.666,16	3.611.921,83	1,87%
9	BASALTO	13	114.492.190,51	1.097.521,38	0,95%
10	ÁGUA MINERAL	70	102.035.622,83	1.755.459,44	1,72%
11	MINÉRIO DE ALUMÍNIO	5	95.692.994,73	2.745.846,18	2,86%
12	XISTO	9	94.580.969,56	953.597,34	1,00%
13	GRANITO	13	90.206.204,87	918.052,03	1,01%
14	VERMICULITA	2	85.221.563,18	1.705.550,48	2,00%
15	AREIA	282	81.596.019,92	1.062.467,68	1,30%
16	GNAISSE	7	60.599.392,55	598.852,06	0,98%
17	ÁGUA POTÁVEL DE MESA	8	30.429.514,58	776.839,77	2,55%
18	MINÉRIO DE MANGANÊS	4	25.907.276,50	839.068,98	3,23%
19	DIORITO	1	24.314.494,22	226.528,69	0,93%
20	MÁRMORE	1	20.669.389,33	205.560,38	0,99%
21	PEDRA SÃO TOMÉ	17	14.631.754,35	190.224,08	1,30%
22	MINÉRIO DE FERRO	1	8.036.796,14	238.259,37	2,96%
23	SIENITO	2	7.345.748,82	69.166,28	0,94%
24	ARGILA	28	6.756.687,26	133.633,05	1,97%
25	CASCALHO	28	2.332.959,99	33.229,15	1,42%
26	GEMA	1	1.288.730,81	25.795,15	2,00%
27	QUARTZO	1	546.973,00	12.379,32	2,26%
28	FILITO	3	288.191,50	5.959,92	2,06%
29	SILVANITA	1	218.836,71	3.496,98	1,59%
30	MINÉRIO DE TITÂNIO	2	170.345,02	2.830,20	1,66%
31	MONZONITO	1	121.873,91	1.218,74	1,00%
32	SAIBRO	1	18.640,44	175,99	0,94%

33	CONGLOMERADO	1	9.831,60	98,32	1,00%
34	SILTITO	1	0	8.120,73	0,00%
TOTAL			8.575.819.917,34	166.693.226,84	1,94%

Tabela 4- Minérios mais extraídos em Goiás em julho de 2022 (dados da ANM, 2022 manipulados por este autor).

Em consonância com todos esses dados, não resta dúvida sobre a importância que a mineração tem no Brasil, e em menor escala no Estado de Goiás. Todavia, esta atividade econômica apresenta grande impacto ambiental, pois durante o processo de lavra e beneficiamento é gerada uma alta concentração de resíduos. Essa quantidade de resíduos se justifica pelo fato de o elemento mineral não estar disposto em sua forma pura no solo. Em geral o elemento mineral se encontra envolto ou misturado a grandes quantidades de solo que possuem baixo ou nenhum valor econômico.

O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) apresenta dados da produção bruta *versus* a produção beneficiada do Estado de Goiás, do ano de 2009, conforme tabela 5:

MINERAL	PRODUÇÃO BRUTA (t)	PRODUÇÃO BENEFICIADA (t)	RESÍDUOS (%)
Fosfato	10.327.938	1.338.534	87,04
Amianto (Crisotila)	4.708.299	288.448	93,87
Cobre	19.828.002	259.470	98,69
Nióbio (Pirocloro)	10.790.934	221.222	97,95
Níquel	3.362.433	114.979	96,58
Cobalto	2.829.115	39.001	98,62
Ouro (Primário)	19.941.946	9,47	100,00

Tabela 5- Produção bruta e beneficiada dos principais minérios extraídos no estado de Goiás (DNPM, 2010).

Subtraindo a produção beneficiada da produção bruta, pode-se estimar a quantidade de resíduos gerados para cada mineral. Segue a figura 2 com o valor percentual de resíduos gerados para os minérios apresentados na tabela 5.

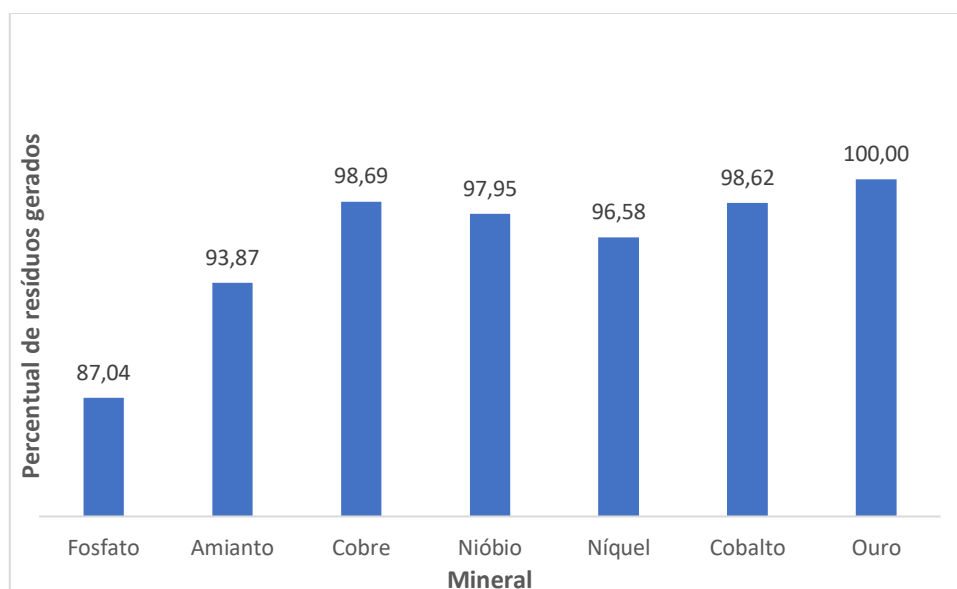


Figura 2- Valor percentual estimativo da quantidade de resíduo gerados na extração dos minérios do estado de Goiás (DNPM, 2010); produzido a partir dos dados apresentados na tabela 5.

Esses resíduos merecem destaque devido suas grandes quantidades e pela heterogeneidade agregada a cada tipo de minério explorado, pela complexidade no manejo e necessidade de aplicação de recursos financeiros para fazer a destinação correta ou o reaproveitamento adequado. Como esses sistemas de disposição dos resíduos não trazem retorno financeiro aos empresários, estes acabam construindo estruturas simples, que apresentam um controle construtivo menor, ou até mesmo dispensando manutenções, que podem causar acidentes (VALERIUS, 2014).

2.4 Impactos ambientais oriundos da mineração

O setor da mineração é muito promissor e cada vez mais monitorado pelas autoridades pelos riscos intrínsecos a sua atividade. A mineração sempre causa impactos ao ambiente onde os minérios de valor econômico se encontram. Dentre os possíveis impactos negativos estão a alteração da cobertura vegetal e a consequente alteração dos ciclos biogeoquímicos dos elementos, uma vez que o processo de abertura de poços de mineração envolve a remoção do solo sobre o minério (que é estéril), o depositando em outros locais, formando as chamadas pilhas de material estéril (XING *et al.*, 2015 *apud* COSTA *et al.*, 2020).

A qualidade das águas dos rios e reservatórios de mesma bacia, a jusante de um empreendimento minerário, pode ser prejudicada em razão da turbidez

provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carregadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa e metais pesados. Além disso, é muito comum a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de combustível (MECHI e SANCHES, 2010).

Como os percentuais de aproveitamento da mineração são muito baixos, conseqüentemente, muito se gera em termos de resíduos; outras áreas podem ser impactadas pela remoção desse material da área minerada, que necessitam ser depositados em locais circundantes. Uma vez que o objetivo da mineradora é dar destino ao resíduo da forma menos onerosa possível, esse descarte acaba acontecendo em uma área adjacente à área de lavra, provocando ainda mais danos na fauna, na flora e nos corpos d'águas em torno da mina (DANTAS, 2019).

Atualmente, a disposição de resíduos das minas ainda é realizada separadamente, sendo o rejeito e o inerte dispostos em barragens e em pilhas. E os acidentes mais graves no Brasil ocorreram exatamente com as barragens de rejeitos. Em um período de apenas três anos ocorreu o rompimento das barragens a montante em Mariana e em Brumadinho, onde juntas resultaram em cerca de 290 mortes, bem como em imensurável dano ambiental (SOUZA, 2020). Contudo, já existe a iniciativa de algumas empresas mineradoras em descontinuar esse método de armazenamento, mudando suas técnicas para um processo de disposição 100% a seco, não mais havendo a remessa de rejeitos úmidos para barragens.

Vale ressaltar que todo esse impacto ambiental mencionado fatalmente gera e/ou acirra demandas sociais relacionadas a disponibilidade de recursos ambientais para as comunidades da região, dentre as quais podemos destacar alterações de ambientes, conflitos do uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtorno ao tráfego urbano. Muitos desses conflitos sociais já se iniciam na implantação do empreendimento, uma vez que o empreendedor não busca se informar a respeito das expectativas, anseios e preocupações das comunidades próximas ao local em que acontecem as atividades de mineração (DANTAS, 2019).

Some-se a tudo isso o fato de que o cerrado brasileiro é um *hotspot* mundial para a biodiversidade, ou seja: apresenta alto grau de diversidade biológica e endemismos, sobre os quais pairam ameaças gravíssimas, crescentes e continuadas, de modo que é considerado como uma das 27 áreas críticas para a conservação da biodiversidade planetária, sobretudo em relação à flora (LEAL e CARTAGENES, 2021). São registradas 12.385 espécies vegetais: mais de 6 mil espécies de árvores, e considera-se que pelo menos 4.400 espécies são endêmicas, inclusive mais de 40% da vegetação lenhosa. Toda essa biodiversidade pode ser consideravelmente perdida sem o correto manejo das áreas extrativas (ICMBIO, 2018).

Segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado, Goiás tem quase todo seu território coberto pelo bioma Cerrado, mas atualmente resta apenas cerca de 35% da vegetação original (SEMAD, 2022). A perda de área de vegetação nativa atua diretamente na perda de biodiversidade e coloca em perigo também os serviços ecossistêmicos providos por essas áreas, que são indispensáveis para a vida humana.

3. METODOLOGIA

Na literatura acadêmica, a pesquisa quantitativa busca explicar os fenômenos por meio da coleta de dados numéricos, que serão sistematizados através de métodos matemáticos. Este tipo de metodologia busca uma precisão nos resultados, sendo aplicado geralmente em estudos descritivos, buscando caracterizar fenômenos (ALIAGA e GUNDERSON, 2002).

A pesquisa qualitativa é baseada em três componentes: dados, advindos de fontes como entrevistas, observações, registros e gravações; procedimentos, utilizados para interpretar e organizar dados; e relatórios escritos e verbais, que podem ser apresentados em artigos, palestras ou livros (STRAUSS e CORBIN, 2015).

Importante observar que apesar das pesquisas quantitativas e qualitativas terem fundamentos e características distintas, elas não são incompatíveis. O uso concomitante das duas abordagens tem demonstrado resultados confiáveis, reduzindo a subjetividade e ao mesmo tempo atendendo às principais críticas das estratégias de abordagens isoladamente: qualitativas ou quantitativas (PASCHOARELLI *et al.*, 2015).

Baseado nestas definições, esta pesquisa buscou dados quantitativos referentes a produção bruta e a produção beneficiada em toneladas no estado de Goiás para o ano de 2021. Estes dados estão publicados pela Agência Nacional da Mineração – ANM no Anuário Mineral Brasileiro, devidamente separados em dois arquivos, “ANM – Produção beneficiada” e “ANM – Produção bruta”. Foram compilados dos dois arquivos os dados referentes ao “ano base”, “Unidade da Federação – UF”, “substância mineral”, “quantidade de produção – minério ROM (t)” referente a produção bruta, “quantidade de produção (t)” referente a produção beneficiada e “quantidade de contido” que representa a quantidade de mineral de interesse econômico.

Uma vez estando todos estes dados em uma planilha, como os dados do Anuário Mineral Brasileiro (2021) são referentes a todas as unidades da Federação, foi necessário aplicar um filtro para separar apenas os dados de Goiás.

De posse dos dados do estado de Goiás, foram executadas verificações que permitiram deixar apenas dados que fossem capazes de compor uma amostra significativa. Minerais que estavam sem dados de produção bruta, sem dados de produção beneficiada, sem as duas informações ao mesmo tempo, e sem a quantidade de contido, foram retirados.

Dados incoerentes também foram retirados, tais como minerais com produção beneficiada maior que a produção bruta. Estes dados foram retirados apenas por não ser possível, a partir da mera leitura da planilha, determinar as causas reais desses dados incoerentes aparecerem.

Foi considerado também que percentuais de produção beneficiadas acima de 105% da produção bruta deveriam ser desconsiderados, pois pode ter havido erro de registro e aceitar percentuais maiores que 105% poderiam interferir negativamente nas amostras, podendo tornar a amostra não representativa da realidade.

Veja, a partir da tabela 6, que foram feitas as seguintes análises para higienização dos dados. Os valores marcados em vermelho são os que se referem a quantidades de produção beneficiadas serem maiores que a produção bruta. Até 105% de diferença, o valor foi normalizado colocando o valor da produção beneficiada igual ao da produção bruta. Valores acima de 105% foram retirados, bem como valores inconclusivos como estes de cinza, que consideram não haver quantidade de contido.

Foram feitos também ajustes nas unidades de medida, pois alguns minerais não estavam sendo expressos em toneladas. As gemas por exemplo foram retiradas da base por estarem expressas em quilates.

Ano base	Substância Mineral	Quantidade Produção - Minério ROM (t)	Quantidade Contido	Unidade de Medida - Contido	Ano base	Quantidade Produção	Unidade de Medida - Produção	Quantidade Contido	Unidade de Medida - Contido	TESTE:C>H?	%H=>C	AJUSTE
2020	Prata	1346,142	0,21538262	t	2020	0,1520592	t	0,1520592	t	VERDADEIRO	0,011296	
2021	Prata	1109,989	0,22037747	t	2021	0,09548605	t	0,09548605	t	VERDADEIRO	0,008602	
2010	Rochas (Britadas) e Cascalho	7865412,665	0	-	2010	5970704,88	t	0	-	VERDADEIRO	75,91089	
2011	Rochas (Britadas) e Cascalho	8228564,523	0	-	2011	7573053,65	t	0	-	VERDADEIRO	92,03372	
2012	Rochas (Britadas) e Cascalho	10226168,28	0	-	2012	10476837,55	t	0	-	FALSO	102,4513	Beneficiada = bruta
2013	Rochas (Britadas) e Cascalho	10957492,46	0	-	2013	10257833,76	t	0	-	VERDADEIRO	93,61479	retirado
2014	Rochas (Britadas) e Cascalho	11200444,2	0	-	2014	10188944,38	t	0	-	VERDADEIRO	90,96911	retirado
2015	Rochas (Britadas) e Cascalho	6962108,545	0	-	2015	7162881,55	t	0	-	FALSO	102,8838	Beneficiada = bruta
2016	Rochas (Britadas) e Cascalho	6802392,807	0	-	2016	6745678,43	t	0	-	VERDADEIRO	99,16626	retirado
2017	Rochas (Britadas) e Cascalho	4955758,173	0	-	2017	4928010,01	t	0	-	VERDADEIRO	99,44008	retirado
2018	Rochas (Britadas) e Cascalho	7172205,084	0	-	2018	8313509,607	t	0	-	FALSO	115,9129	retirado
2019	Rochas (Britadas) e Cascalho	8128710,905	0	-	2019	7620296,66	t	0	-	VERDADEIRO	93,74545	retirado
2020	Rochas (Britadas) e Cascalho	8117034,694	0	-	2020	8087302,362	t	0	-	VERDADEIRO	99,6337	retirado
2021	Rochas (Britadas) e Cascalho	10452407,09	0	-	2021	9124560,444	t	0	-	VERDADEIRO	87,29626	retirado
2010	Rochas Ornamentais	4958,63	0	-	2010	6980	t	0	-	FALSO	140,7647	retirado
2011	Rochas Ornamentais	18279,61	0	-	2011	395	t	0	-	VERDADEIRO	2,160878	retirado
2012	Rochas Ornamentais	30194,51	0	-	2012	350	t	0	-	VERDADEIRO	1,159151	retirado
2014	Rochas Ornamentais	13209,45	0	-	2014	13048,4	t	0	-	VERDADEIRO	98,7808	retirado
2011	Rochas Ornamentais - Outras	62	0	-	2011	395	t	0	-	FALSO	637,0968	retirado
2015	Saibro	31223,56	0	-	2015	28655,18	t	0	-	VERDADEIRO	91,77422	retirado
2017	Saibro	8688,73	0	-	2017	1388,73	t	0	-	VERDADEIRO	15,98312	retirado
2018	Saibro	10216,61	0	-	2018	0	t	0	-	VERDADEIRO	0	retirado
2011	Talco e outras Cargas Minerais	41999,92	0	-	2011	6000	t	0	-	VERDADEIRO	14,28574	retirado
2014	Talco e outras Cargas Minerais	31899,26	0	-	2014	550	t	0	-	VERDADEIRO	1,724178	retirado
2015	Talco e outras	32266,39	0	-	2015	500	t	0	-	VERDADEIRO	1,5496	retirado

	Cargas Minerais											
2016	Talco e outras Cargas Minerais	4706	0	-	2016	800	t	0	-	VERDADEIRO	16,99958	retirado
2017	Talco e outras Cargas Minerais	600	0	-	2017	600	t	0	-	FALSO	100	retirado
2018	Talco e outras Cargas Minerais	700	0	-	2018	700	t	0	-	FALSO	100	retirado
2019	Talco e outras Cargas Minerais	6000	0	-	2019	6000	t	0	-	FALSO	100	retirado
2020	Talco e outras Cargas Minerais	5000	0	-	2020	5000	t	0	-	FALSO	100	retirado
2010	Titânio	59000	7000	t	2010	36829,89	t	7000	t	VERDADEIRO	62,42354	
2011	Titânio	6156,79	1000,32	t	2011	6155,19	t	1000	t	VERDADEIRO	99,97401	
2012	Titânio	18925,98	3208,31	t	2012	18884,44	t	3600	t	VERDADEIRO	99,78051	
2013	Titânio	28612,82	7896,82	t	2013	28607,82	t	6000	t	VERDADEIRO	99,98253	
2014	Titânio	46523,45	39000	t	2014	3556,08	t	2000	t	VERDADEIRO	7,643629	

Tabela 6- Dados unificados em uma planilha referentes a produção bruta e a produção beneficiada em toneladas no estado de Goiás para o ano de 2021, constantes da publicação do Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM.

No próximo passo, foi feita uma dedução da quantidade de produção beneficiada da quantidade de produção minério ROM. O dado resultante era a quantidade de material inerte advindo da extração mineral. Foi feita também a dedução da quantidade de contido da quantidade de produção beneficiada, e o dado resultante foi a quantidade de rejeito advindo da extração mineral. Foi feita a soma da quantidade de material inerte com a quantidade de rejeito e o dado resultante é a quantidade de resíduos advindo da extração mineral. A análise destes dados retornou a quantidade de resíduos referentes aos seguintes minerais: prata, ouro, cobalto, bário, nióbio, cobre, níquel, amianto, fosfato, titânio, vermiculita e perlita, manganês, estanho, alumínio (bauxita) e ferro. Estes minerais compõem o escopo deste estudo.

Em seguida foi baixada a base de dados referente a Compensação Financeira pela Exploração Mineral – CFEM, base também gerida pela ANM. O filtro aplicado para se obter a base foi minerais que contribuíram pelo estado de Goiás e para o ano de 2021. Estes dados foram transferidos para uma planilha para serem aplicados filtros.

Conforme a tabela 7, pode-se perceber, ao classificar a coluna “Total” do maior para o menor valor, que alguns minerais apresentavam ausência de dados e esses minerais foram excluídos da análise. Uma vez retirados os dados inconclusivos, os minerais que restaram ficaram de base para a sequência do trabalho.

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total.
GNAISSE	29.574,83	32.060,25	38.517,83	37.723,01	33.923,91	(...)	(...)	74.596,09	71.740,56	68.981,88	66.483,77	52.060,88	598.852,06
MICAXISTO	42.569,29	26.886,09	26.379,42	27.706,76	33.956,98	(...)	(...)	48.570,60	62.345,77	61.017,57	59.213,68	39.365,46	514.293,07
XISTO	11.557,28	26.470,31	26.845,14	32.521,02	16.524,87	(...)	(...)	78.476,77	76.459,09	47.738,79	48.884,32	17.578,75	439.304,27
MINÉRIO DE NIÓBIO	13.953,13	8.151,81	19.010,19	18.176,41	19.188,13	(...)	(...)	16.722,86	20.507,50	52.874,03	38.169,63	33.670,61	337.555,31
MINÉRIO DE FERRO	3.187,19	2.234,39	278,46	3.492,49	4.230,57	(...)	(...)	38.044,89	58.010,50	79.421,94	28.460,92	4.673,17	238.259,37
DIORITO	18.336,85	15.419,09	15.005,79	13.238,60	18.812,47	(...)	(...)	21.137,83	22.630,63	21.555,98	21.100,87	20.634,78	226.528,69
MÁRMORE	22.680,22	4.413,67	21.651,61	12.857,22	24.721,37	(...)	(...)	37.905,14	10.483,32	11.213,12	5.932,30	3.298,81	205.560,38
ÁGUAS TERMAIS	17.637,02	18.552,11	23.273,84	11.932,23	12.647,23	(...)	(...)	23.389,99	18.961,74	21.203,41	9.171,84	8.781,66	196.192,17
CALCÁRIO CALCÍCIO	7.165,31	6.854,31	1.787,38	6.487,20	11.932,14	(...)	(...)	23.470,06	29.407,21	20.541,68	25.325,43	17.016,99	195.678,06
QUARTZITO	13.573,12	11.720,81	14.519,48	11.102,52	22.447,54	(...)	(...)	14.623,68	17.344,52	19.671,30	19.780,78	10.050,66	190.224,08
CALCÁRIO INDUSTRIAL	10.253,84	8.455,92	7.966,33	11.771,93	18.579,31	(...)	(...)	18.052,89	14.469,09	15.165,01	18.969,59	26.969,94	186.191,98
ARGILA	15.637,81	3.677,24	7.910,93	5.025,49	4.218,95	(...)	(...)	11.315,66	21.189,19	13.979,48	6.943,24	10.870,15	133.633,05
MANGANÊS	9.556,19	9.570,29	9.582,52	9.601,32	9.621,07	(...)	(...)	9.709,46	9.749,89	9.791,26	9.837,33	9.892,81	116.234,20
ARENITO	8.649,10	6.177,35	3.799,16	4.808,26	5.383,04	(...)	(...)	7.433,54	7.883,72	8.853,36	8.597,81		73.884,96
SIENITO	4.372,16	2.538,67	2.620,48	3.724,05	6.875,60	(...)	(...)	6.794,83	6.771,83	6.042,20	6.321,64	7.421,29	69.166,28
NÍQUEL	3.834,18	3.442,63	1.103,57	2.284,76	2.397,76	(...)		34.545,57			8.616,64	673,04	58.993,34
CASCALHO	1.577,66	1.921,97	13.904,99	2.045,85	1.101,34	(...)	(...)	638,29	3.104,57	797,59	2.098,64	1.209,36	33.229,15
ESMERALDA	1.185,00		3.354,55		1.304,00	(...)	(...)		3.245,60	4.380,00	3.490,00	620	25.795,15
QUARTZO			12.379,32										12.379,32
SILTITO						(...)							8.120,73
FILITO	330,5	948,72	1.536,73	96,37	537,93		(...)	425,94		1.331,69	362,24		5.959,92
MINÉRIO DE PRATA		974,81		2.522,17									3.496,98
MINÉRIO DE TITÂNIO								1.597,19		708,23		524,78	2.830,20
MONZONITO			603,82					614,92					1.218,74
SAIBRO				67,37	108,62								175,99
CONGLOMERADO												98,32	98,32

Tabela 7- Dados de 2021 da CFEM de Goiás transferidos do site da Agência Nacional da Mineração – ANM para uma planilha. Os dados de junho e julho foram ocultados apenas para ser possível a visualização da tabela inteira.

Alguns minerais possuíam dados separados, como minério de cobre e cobre, minério de ouro e ouro, minério de níquel e níquel, minério de nióbio e nióbio, minério de alumínio e bauxita, minério de manganês e manganês. Os dados similares foram somados, fixou-se o marco mínimo de R\$ 100 mil de contribuição no ano de 2021 e que os minerais tivessem informações de contribuição em todos os meses de 2021; obtendo-se então uma planilha com 29 elementos, classificados do maior para o menor arrecadador de CFEM, conforme anexo B2.

Após esta análise, os minerais de interesse deste estudo receberam uma classificação secundária em termos de recolhimento de CFEM.

Foi possível, então, levantar as pessoas físicas e jurídicas que atuaram em 2021 com cada mineral, que serão apresentadas de forma sintética.

Posteriormente, foi feita a caracterização com base na literatura dos principais resíduos que suas atividades extratoras produzem e se têm potencial de aplicação na construção civil.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise dos dados de produção bruta e produção beneficiada

A publicação do Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM traz dados referentes a produção bruta em uma planilha no período de 2010 a 2021 e dados referentes a produção beneficiada em outra planilha também para o período de 2010 a 2021. Os dados foram compilados em uma terceira planilha para facilitar a higienização e a aplicação dos filtros. Os dados são referentes a todo o Brasil, separados por unidade da federação.

A base de dados inicial contava com 31 minerais extraídos no estado de Goiás (lista no Anexo A). Entretanto nem todos os minerais estavam com registros para todos os anos do período. A tabela 8 lista sinteticamente os 31 minerais constantes da base inicial.

Alumínio (Bauxita)	Dolomito e Magnesita	Quartzo (Cristal) e outros Piezelétricos
Amianto	Estanho	Rochas (Britadas) e Cascalho
Areia	Ferro	Rochas Ornamentais
Areias Industriais	Fosfato	Rochas Ornamentais - Outras
Argilas	Gemas	Saibro
Bário	Manganês	Talco e outras Cargas Minerais
Calcário	Monazita e Terras-Raras	Titânio
Caulim	Nióbio	Turfa
Cobalto	Níquel	Vermiculita e Perlita
Cobre	Ouro	
Diamante	Prata	

Tabela 8- Minerais constantes da publicação do Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM

Tiveram alguns poucos casos nos quais a produção beneficiada era maior que a produção bruta. Estes dados também foram retirados por haver alguma inconsistência que a simples análise da planilha não era capaz de justificar.

Dados referentes a areia, areias industriais, argilas, calcário, dolomito e magnesita, rochas britadas e cascalho, rochas ornamentais, saibro, talco foram retirados porque estavam faltando dados da quantidade de contido, o que não permitia estimar a quantidade de rejeitos. Mais uma vez a simples análise da planilha não permitia saber se realmente não havia a produção de rejeitos ou se foi falha no preenchimento dos dados.

Foi feita também a uniformização das unidades de medida em toneladas, pois havia dados registrados em toneladas e dados registrados em quilos.

A base de dados já analisada passou a contar então com 15 minerais, conforme tabela 9.

Alumínio (Bauxita)	Manganês
Amianto	Nióbio
Bário	Níquel
Cobalto	Ouro
Cobre	Prata
Estanho	Titânio
Ferro	Vermiculita e Perlita
Fosfato	

Tabela 9- Minerais selecionados da publicação do Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM após higienização dos dados.

A base reduzida foi então analisada mineral por mineral e com base na série apresentada ano a ano foi calculado o percentual médio de material inerte. Para cada ano disponível foi feito percentual correspondente utilizando a razão entre quantidade de produção beneficiada e quantidade de produção – minério ROM. Em seguida foi feito o cálculo do percentual médio de material inerte através da média ponderada dos percentuais calculados ano a ano para cada mineral.

Foi calculado também o percentual médio de rejeito. Para cada ano disponível foi feito percentual correspondente utilizando a razão entre quantidade de contido e quantidade de produção beneficiada. Em seguida foi elaborado o cálculo do percentual médio de rejeito através da média ponderada dos percentuais calculados ano a ano para cada mineral.

A tabela 10 apresenta, a partir dos dados de produção de 2010 a 2021, o percentual médio de material inerte (%MEDIO_INERTE), o percentual médio de rejeito (%MEDIO_REJEITO), e a soma destes dois percentuais (%TOTAL), que mostra a quantidade de resíduos média da produção dos minerais elencados:

MINERAL	%MEDIO_INERTE	%MEDIO_REJEITO	%TOTAL
Prata	99,99	0,00	99,99
Ouro	99,98	0,00	99,98
Cobalto	14,87	85,04	99,92
Bário	99,79	0,08	99,88
Nióbio	99,64	0,18	99,82
Cobre	99,07	0,70	99,77
Níquel	74,57	24,55	99,12
Amianto	94,07	0,90	94,97
Fosfato	76,28	15,24	91,52
Titânio	30,56	56,62	87,18
Vermiculita e Perlita	78,38	2,77	81,15
Manganês	36,95	33,50	70,45
Estanho	67,81	0,00	67,81
Alumínio (Bauxita)	8,49	41,77	50,26
Ferro	0,00	38,01	38,01

Tabela 10- Quantidade de material inerte, quantidade de rejeito e a soma dos dois resultando na quantidade de resíduos.

A figura 3 apresenta os minerais do maior para o menor produtor de resíduos com base nos dados anuais de 2010 a 2021 da ANM.

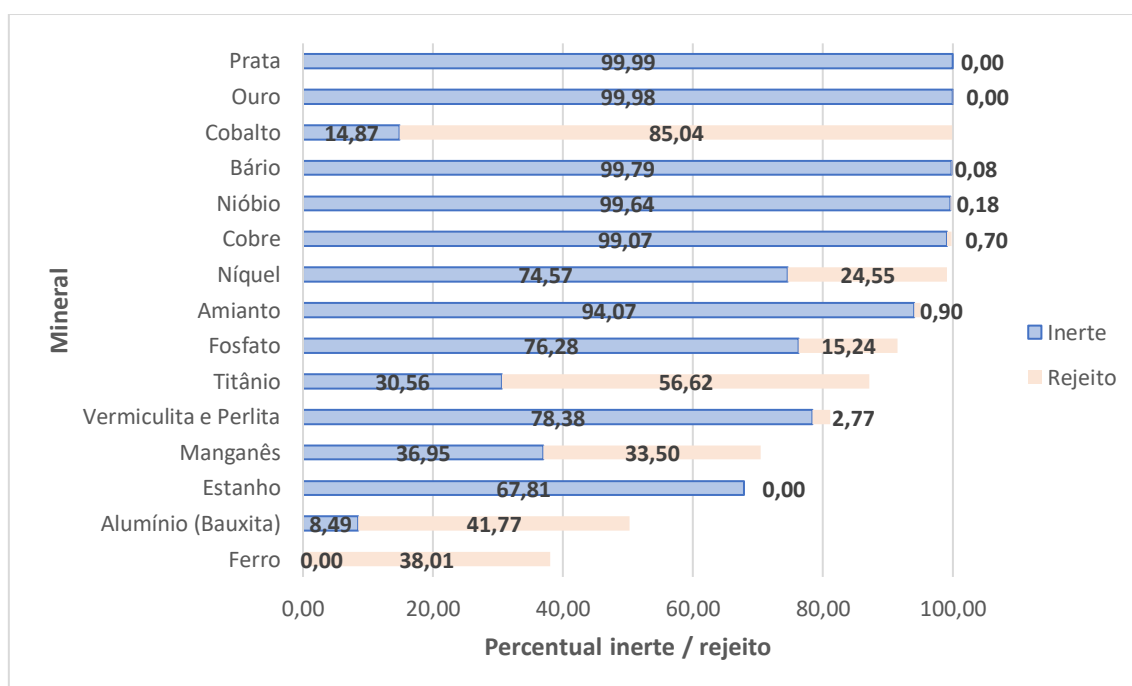


Figura 3- Quantidade percentual de material inerte e quantidade de rejeito em relação ao total da produção.

4.2 Análise dos dados da arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM

A Agência Nacional de Mineração disponibiliza em seu *site* um sistema de arrecadação, do qual foi extraída a base de dados da CFEM para este estudo. No sistema foi aplicado o filtro para o ano de 2021, para o estado de Goiás e englobando todos os municípios, conforme figura 4.

Arrecadação da CFEM por Substância	
Ano:*	2021
Estado:	Goiás
Município:	Todos os Municípios
Ordem:	☒ Substância ☐ Valor Arrecadado
Gera	

Filtros	
Ano :	2021
Estado :	Goiás
Município :	Todos os Municípios

Figura 4- Filtros aplicados no sistema de arrecadação da ANM.

Em termos de CFEM, o filtro retornou 47 elementos minerais (lista no Anexo B) que contribuíram no ano de 2021, e que foram classificados dos maiores contribuidores para os menores contribuidores. O tratamento destes dados foi mais simples, uma vez que foi utilizado apenas um ano de referência.

4.3 Agregando informação de CFEM ao escopo do estudo

Ao se cruzar os dados apresentados no item 4.1 sobre produção mineral com as informações obtidas no item 4.2 de compensação financeira pela exploração mineral, obteve-se a tabela 11:

MINERAL	%TOTAL	MAIORES GERADORES DE RESÍDUOS	CFEM_2021
Prata	99,99	1	37
Ouro	99,98	2	2
Cobalto	99,92	3	-
Bário	99,88	4	-
Nióbio	99,82	5	4
Cobre	99,77	6	1
Níquel	99,12	7	3
Amianto	94,97	8	7
Fosfato	91,52	9	6
Titânio	87,18	10	38
Vermiculita e Perlita	81,15	11	12
Manganês	70,45	12	17
Estanho	67,81	13	-
Alumínio (Bauxita)	50,26	14	10
Ferro	38,01	15	22

Tabela 11- Ranking dos maiores geradores de resíduo comparado com a posição no ranking dos maiores arrecadadores de CFEM.

Esta base sintética foi classificada primeiro pela quantidade de resíduos que cada atividade de extração mineral retorna, conforme coluna “MAIORES GERADORES DE RESÍDUOS”. Em seguida, cada extração mineral foi classificada secundariamente com sua posição na arrecadação de CFEM, conforme coluna “CFEM_2021”. Perceba que a classificação secundária não foi filtrada, de modo que seus valores aparecem aleatoriamente complementando a classificação primária.

4.4 Empresas atuantes em Goiás

As informações de quantidade de resíduos obtidas no Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM são apresentadas em totais por minério, sem haver registro da produção separada por pessoa física ou jurídica. Então, para que fosse possível apresentar os empreendimentos que atuaram em Goiás em 2021, foi necessário mais uma vez consultar a base de dados da CFEM.

Em pesquisa no *site* da ANM, na base de dados da CFEM, usando o filtro para separar por substância agrupadora, ou seja, separar as informações por mineral produzido, foram levantados 381 produtores (Anexo C) que atuaram em Goiás em 2021.

Trazendo para o escopo do trabalho, na produção de minério de prata, não foram identificados empreendimentos que tenham feito mineração. Os valores de arrecadação de CFEM foram extremamente baixos, na ordem de R\$ 3.496,98.

Na produção de minério de ouro, foram identificadas na base da CFEM sete empresas legalmente habilitadas operando em Goiás, listadas na tabela 12:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	MINERACAO SERRA GRANDE S A	886.498.393,46	13.286.051,48	1,49%
2	PILAR DE GOIAS DESENVOLVIMENTO MINERAL LTDA	282.103.026,16	4.233.116,00	1,50%
3	GF GOLD MINERACAO EIRELI	11.683.777,92	176.036,83	1,50%
4	Dillon S/A DTVM	4.022.226,52	60.442,14	1,50%
5	CAROL DTVM LTDA	2.926.079,84	44.256,38	1,51%
6	Mineração Curral de Pedra Ltda	340.576,10	6.348,32	1,86%
7	DOMUS AUREA MINERACAO LTDA	0	33.382,87	0,00%

Tabela 12- Empresas que operaram em Goiás na extração de ouro em 2021.

Na produção de minério de cobalto, não foram identificados empreendimentos que tenham feito mineração nem valores de CFEM arrecadados. O último registro de produção pelo Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM é do ano de 2017.

Na produção de barita, não foram identificados empreendimentos que tenham feito mineração nem valores de CFEM arrecadados. O último registro de produção pelo Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM é do ano de 2020, quando duas empresas atuaram na extração.

Na produção de minério de nióbio, foram identificadas na base da CFEM três empresa legalmente habilitada operando em Goiás, listada na tabela 13:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	Niobras Mineração Ltda	413.698.939,71	12.626.893,07	3,05%
2	CMOC BRASIL MINERACAO, INDUSTRIA E PARTICIPACOES LTDA.	89.091.253,28	2.731.202,83	3,06%
3	Copebras Indústria Ltda	6.990.284,57	212.841,04	3,04%

Tabela 13- Empresas que operaram em Goiás na extração de minério de nióbio em 2021.

Na produção de minério de cobre, foi identificada na base da CFEM uma empresa legalmente habilitada operando em Goiás, listada na tabela 14:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	Mineração Maracá Industria e Comercio As	3.055.019.575,11	61.100.391,50	1,99%

Tabela 14- Empresa que operou em Goiás na extração de cobre em 2021.

Na produção de minério de níquel, foram identificadas na base da CFEM duas empresas legalmente habilitadas operando em Goiás, listadas na tabela 15:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	ANGLO AMERICAN NIQUEL BRASIL LTDA	861.665.614,39	17.233.312,28	1,99%
2	COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMINIO	1.243.425,33	20.537,55	1,65%

Tabela 15- Empresas que operaram em Goiás na extração de níquel em 2021.

Na produção de amianto, foi identificada na base da CFEM uma empresa legalmente habilitada operando em Goiás, listadas na tabela 16:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	Sama Sa Minerações Associadas Em Recuperação Judicial	428.963.901,83	8.579.278,05	2,00%

Tabela 16- Empresa que operou em Goiás na extração de amianto em 2021.

Na produção de fosfato, foram identificadas na base da CFEM quatro empresas legalmente habilitadas operando em Goiás, listadas na tabela 17:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	MOSAIC FERTILIZANTES P&K LTDA.	325.238.782,83	6.619.062,41	2,03%
2	Niobras Mineração Ltda	239.235.460,93	4.861.077,64	2,03%
3	CMOC BRASIL MINERACAO, INDUSTRIA E PARTICIPACOES LTDA.	82.516.138,23	1.684.950,86	2,04%
4	Copebras Indústria Ltda	52.461.517,14	1.064.521,23	2,02%

Tabela 17- Empresas que operaram em Goiás na extração de fosfato em 2021.

Na produção de minério de titânio, foi identificada na base da CFEM uma empresa legalmente habilitada operando em Goiás, listadas na tabela 18:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	Metais de Goiás S A Metago Empresa Em Liquidação	170.345,02	2.830,20	1,66%

Tabela 18- Empresa que operou em Goiás na extração de titânio em 2021.

Na produção de vermiculita, foi identificada na base da CFEM uma empresa legalmente habilitada operando em Goiás, listada na tabela 19:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	BRASIL MINERIOS S/A	85.221.563,18	1.705.550,48	2,00%

Tabela 19- Empresa que operou em Goiás na extração de vermiculita em 2021.

Na produção de minério de manganês, foram identificadas na base da CFEM três empresas legalmente habilitadas operando em Goiás, listadas na tabela 20:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	BRASIL MANGANES LTDA	22.654.713,52	640.645,99	2,82%
2	PROFERRO MINERADORA LTDA	3.252.562,98	82.188,79	2,52%
3	CNB MINERAÇÕES LTDA	0	116.234,20	0,00%

Tabela 20- Empresas que operaram em Goiás na extração de manganês em 2021.

Na produção de minério de estanho, não foram identificados empreendimentos que tenham feito mineração nem valores de CFEM arrecadados. O último registro de produção pelo Anuário Mineral Brasileiro da Agência Nacional da Mineração – ANM é do ano de 2017.

Na produção de minério de alumínio, foram identificadas na base da CFEM quatro empresas legalmente habilitadas operando em Goiás, listadas na tabela 21:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	Terra Goyana Mineradora Ltda	51.521.840,03	1.430.188,98	2,77%
2	COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMINIO	22.485.226,04	713.640,83	3,17%
3	Mineradora Santo Expedito Ltda	19.676.210,62	541.724,82	2,75%
4	Mineração Curimbaba Ltda	2.009.718,04	60.291,55	3,00%

Tabela 21- Empresas que operaram em Goiás na extração de alumínio em 2021.

E na produção de minério de ferro, foi identificada na base da CFEM uma empresa legalmente habilitada operando em Goiás, listadas na tabela 22:

	Arrecadador	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	VALEMAR - VALE DO MARANHAO MINERACAO EIRELI	8.036.796,14	238.259,37	2,96%

Tabela 22- Empresas que operaram em Goiás na extração de ferro em 2021.

4.5 Caracterização e Aproveitamento de Resíduos

A partir de estudos do IPEA (2012) estima-se que 14 substâncias minerais sejam responsáveis por 90% da produção total bruta em massa de minerais no país, sendo elas: bauxita (alumínio), calcário, caulim, cobre, estanho, ferro, fosfato, manganês, nióbio, níquel, ouro, titânio, zinco e zircônio. Sendo assim, a produção desses bens minerais são os que mais geram resíduos.

Atualmente, diante de uma maior preocupação ambiental, e também pela escassez de jazidas, diminuição dos teores de minério e consequente aumento do volume de rejeitos a ser descartado tem-se buscado maior conhecimento das propriedades dos rejeitos. Promovendo-se o reuso é possível minimizar o

impacto ambiental e criar receita, onde antes só havia despesas (BORGES, 2008).

Independente de qual seja a utilização, é imprescindível que se estabeleça uma metodologia de caracterização do material para que seja possível verificar as potencialidades de aproveitamento. Importante destacar, que devido a diversidade das propriedades que se pode encontrar nos rejeitos, tem-se verificado capacidade de reaproveitamento desses materiais para a indústria metalúrgica, de materiais ou em aplicações diversas na engenharia civil (SOSA, 2016).

Serão apresentados neste tópico estudos de caso caracterizando os rejeitos de minérios, bem como aproveitamentos desses rejeitos.

4.5.1 Resíduos gerados na produção de ouro

O rejeito de ouro caracterizado por Souza (2018) em seu estudo de caso é oriundo de uma mina no estado de Minas Gerais, lavrado de uma rocha metapelítica.

A mineralização aurífera na região deste depósito é atribuída à precipitação de fluídos hidrotermais da própria rocha encaixante, ricos em ouro, sulfetos, carbonatos e sílica. Os sulfetos ocorrem disseminados na rocha e distribuídos nos *boudins* de quartzo e segregações dos quartzitos. Há ocorrência de arsenopirita, galena, esfarelita, pirita, calcopirita e pirrotita. Arsenopirita e pirita possuem uma maior correlação com o ouro (SOUSA, 2018).

A caracterização deste rejeito apresentou predominantemente partículas de granulometria de areia fina, mas também possuem uma quantidade significativa de partículas das frações siltes e argila. Identificou uma mineralogia mais diversificada, com silicatos, óxidos, sulfetos e carbonatos. Sob o aspecto ambiental, a presença de minerais sulfetados merece atenção devido a possibilidade de gerar drenagem ácida. Este rejeito foi classificado conforme a NBR 10.004 como não inertes, Classe II B (SOUSA, 2018).

O rejeito de ouro apresentou majoritariamente nas extrações maior grau de liberação dos metais do que o rejeito de ferro, fato esperado devido a

mineralogia do rejeito de ferro ser composta exclusivamente por minerais de baixa atividade química (SOUSA, 2018).

Posteriormente a caracterização deste rejeito, utilizou-se com um solo laterítico de Brasília-DF, em misturas de 5%, 10% e 15% em massa de rejeitos. As misturas foram submetidas a ensaios químicos e mecânicos como forma de simular uma reutilização. Foi então verificado o aumento de resistência das misturas em relação ao solo. Sendo verificado o potencial de aproveitamento dos rejeitos de ouro em obras geotécnicas, especialmente pela baixa tendência destes de contaminar o meio ambiente (SOUSA, 2018).

Outro estudo de caso também realizado a partir do rejeito do ouro comprova seu potencial de uso para a produção de ácido sulfúrico visando a fabricação de fertilizantes (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

4.5.2 Resíduos gerados na produção de minério de nióbio

Amaral (2021) estudou o desenvolvimento de um processo em laboratório capaz de recuperar os elementos ferro e nióbio advindos do rejeito da concentração mineral do pirocloro e testes em campo que permitiram o desenvolvimento de uma técnica de envelopamento dos rejeitos restantes colocados em barragem impermeabilizada.

A caracterização do rejeito mineral encontrado na barragem do Complexo de Araxá-MG pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração mostra que é formado por uma alta composição de ferro no rejeito magnético e bário-pirocloro, que é a fonte de nióbio dessa composição mineralógica. Por isso, decidiu-se focar a atenção para esse rejeito específico pelo potencial de recuperação de ferro e nióbio (AMARAL, 2021).

A partir dos resultados, o estudo propõe uma rota de recuperação de nióbio a partir dos rejeitos, com concentração de ferro em um dos subprodutos, apresentando um potencial aproveitamento para produção de gusa e aço. Há também a possibilidade de uma metodologia para descomissionamento em barragens impermeabilizadas para evitar contaminação ambiental da água armazenada em contato com os rejeitos não inertes (AMARAL, 2021).

4.5.3 Resíduos gerados na produção de cobre

Um estudo realizado por Trindade *et al.* (2015) teve o objetivo de reutilizar sustentável, social e economicamente os rejeitos remanescentes do beneficiamento do minério de cobre das minas do Camaquã-RS na fabricação de tijolos, tendo em vista que a região tem grande potencial e desenvolvimento para a construção civil.

Foi caracterizado o rejeito de cobre quanto a granulometria (método de peneiramento), composição química e mineralógica. Os resultados obtidos na totalidade das amostras analisadas foram de 83% entre areia média e areia muito fina (0,25mm a 0,0625mm) e 17% nas frações de silte a argila (<0,0625mm). As análises químicas revelaram a presença de Fe_2O_3 (9%) e Al_2O_3 (6%) com maior importância, e a composição mineralógica identificou a presença de feldspatos (38,5%) e quartzo (38%) entre outros com menores percentuais (TRINDADE *et al.*, 2015).

Quanto à classificação dos grãos verificou-se que a distribuição do material é heterogênea. Este resultado é muito importante para a avaliação do reaproveitamento do rejeito para fabricação de materiais da construção civil. O rejeito não apresenta características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Logo, de acordo com a ABNT 10.004, este material classifica-se como “resíduo não perigoso, Classe II” (TRINDADE *et al.*, 2015).

A incorporação do rejeito na fabricação de tijolos possibilita condições favoráveis, sendo todos os ensaios de qualidade satisfatórios, com exceção da primeira formulação (10% de rejeito), que no processo de queima exposto a alta temperatura apresentou trincas e fraturas (TRINDADE *et al.*, 2015).

4.5.4 Resíduos gerados na produção de níquel e cobalto

Sosa (2016) buscou em seu estudo desenvolver um enfoque sistêmico na caracterização de rejeitos de mineração de ferrolateríticos, especificamente os rejeitos dos processos de beneficiamento hidrometalúrgicos do níquel e do cobalto, para propor e avaliar métodos de aproveitamentos empregando um enfoque geoambiental.

Os rejeitos desses minerais podem, de modo geral, ser classificados quanto a análise granulométrica como areias com tendência a predominância de grãos mais finos, mal graduados, bem densos e com presença de mais de uma fase mineralógica. Quanto a composição polimetálica, os resultados evidenciaram que possuíam predominantemente os seguintes elementos em todos os rejeitos: ferro, níquel, cobalto, cromo e manganês, silício, alumínio e magnésio. Esta característica demonstra as potencialidades desses rejeitos como uma matéria prima de interessante valor comercial (SOSA, 2016).

As análises geoquímicas de solubilização desenvolvidas permitiram classificar os rejeitos de mineração como resíduos perigosos. De forma geral os metais com maior mobilidade são o ferro, alumínio, níquel, cobalto, manganês e cromo, sendo os mais perigosos para o meio ambiente níquel, cobalto, manganês e cromo. Esta condição tende a justificar as análises realizadas no sentido de avaliar os possíveis riscos de contaminação nos diferentes métodos de aproveitamento a ser aplicados (SOSA, 2016).

Quanto aos métodos de aproveitamento, através de estudos exploratórios, a aluminotermia mostrou se aplicável para esse rejeito, sendo viável a obtenção dos produtos de valor associado: cerâmicas e ligas metálicas. Do ponto de vista ambiental, considera-se a aluminotermia como uma alternativa cabível devido à quase inexistente geração de resíduos, principalmente pelos baixos volumes de gases desprendidos. Outro fator considerável é a possibilidade de ser extensível a outros resíduos com elevados conteúdos de alumínio e de óxidos metálicos (SOSA, 2016).

Uma outra possibilidade de aproveitamento desses rejeitos dentro da indústria de materiais é como fíler em misturas asfálticas (SOSA, 2016). Segundo Bardini (2013), a muito tempo é reconhecida a importância do papel do fíler no comportamento de misturas asfálticas. O fíler preenche os vazios entre os agregados graúdos nas misturas e altera as propriedades dos ligantes asfálticos, pois age como parte ativa do mástique (combinação de ligante asfáltico, fíler e ar).

4.5.5 Resíduos gerados na produção de fosfato

Oliveira (2019) estudou o rejeito magnético proveniente do beneficiamento de rocha fosfática, a fim de identificar os minerais ali presentes, quantificar o grau de liberação por faixa granulométrica, avaliar os impactos causados no material quando submetido a um campo magnético externo, e sugerir possíveis aplicações na construção civil em função da sua granulometria. O grau de liberação, ou espectro de liberação, nada mais é do que a distribuição de composições de partículas em uma população (SCHNEIDER *et al.*, 2010).

Através da análise mineralógica, Oliveira (2019) pode identificar minerais das classes de óxidos, silicatos e fosfatos. Quanto a granulometria, com base no valor encontrado de módulo de finura de 1,48, o material foi classificado como um possível substituinte para a areia fina, podendo ser um possível substituto para o assentamento de bloquetes, tubulações em geral, tanques, emboço, concreto e asfalto. Entretanto, para que seja possível afirmar que o rejeito pode ser utilizado como agregado, o autor recomenda serem necessários testes adicionais, como por exemplo, se há a presença de matéria orgânica (OLIVEIRA, 2019).

Os testes de caracterização mostraram também uma porcentagem aproximada de 11,10% de material com granulometria inferior a 0.075 mm. Essa porcentagem pode evidenciar que, para ser utilizado na fabricação de concreto, é necessário que seja realizado um peneiramento com o intuito de retirar o excesso de finos (OLIVEIRA, 2019).

4.5.6 Resíduos gerados na produção de minério de titânio

Nobre *et al.* (2017) analisou o efeito da substituição do cimento Portland composto CP II F-32 por teores pré-estabelecidos de resíduos de óxido de titânio TiO_2 (1%, 3%, 5% e 7%) em matrizes cimentícias, as quais foram produzidas com relação água/materiais sólidos de 0,50 e acondicionadas em solução saturada de cal. Foi analisado efeito da adição de resíduos de titânio em pasta de cimento aos 3, 7 e 28 dias, por meio da técnica de difração de raios-X (DRX). O resíduo de TiO_2 foi obtido do beneficiamento do dióxido de titânio apresentando-se como um pó sólido com tamanhos irregulares de partícula.

Os resultados mostraram que a adição do resíduo de titânio não afetou a formação dos produtos de hidratação do cimento. Também não foram observadas novas fases cristalinas formadas. Entretanto, outros estudos de caracterização devem ser realizados, bem como ensaios de durabilidade e resistência mecânica para avaliar o comportamento do resíduo de titânio.

Um outro estudo, de Albuquerque (2018), apresentou a inserção do resíduo de dióxido de titânio, minério não reagido (MNR), como matéria-prima alternativa na produção de argamassas de revestimento com características fotocatalíticas, atuando na degradação dos números de oxidação (NOx) e na degradação de compostos orgânicos aderidos à superfície.

Primeiramente, o cimento Portland branco, a cal hidratada e a areia foram caracterizadas físico-quimicamente, e o MNR foi caracterizado quanto às suas propriedades físicas, químicas, mineralógicas e ambientais. Então, foram moldadas argamassas com adições de 5%, 10% e 15% de MNR, em relação à massa do cimento, além de uma amostra de referência (0%). Em seguida, as amostras foram avaliadas nos seus estados fresco, endurecido e aplicado, verificando-se, ainda, a capacidade fotocatalítica e a durabilidade, no tocante ao ataque por sulfatos (ALBUQUERQUE, 2018).

Foi possível perceber que a adição do MNR não influenciou significativamente as propriedades das argamassas de revestimento nos estados endurecido e aplicado, com exceção da resistência mecânica, que apresentou valores 13% superiores para as argamassas com 15% de MNR. Quanto as propriedades no estado aplicado, a adição do MNR não influenciou significativamente a resistência de aderência à tração e a absorção/permeabilidade dos revestimentos. Dessa forma, nenhuma propriedade fundamental das argamassas de revestimento foi prejudicada, podendo ser incorporada ao processo, em substituição às matérias primas naturais (ALBUQUERQUE, 2018)

O estudo concluiu que o MNR apresenta grande potencial para incorporação a argamassas de revestimento, apresentando resultados satisfatórios dentro dos requisitos normativos vigentes, apresentando, também, considerável atividade fotocatalítica, degradando o NOx (principal poluente atmosférico). Não se identificou problemas de durabilidade provenientes de reações expansivas das reações com sulfatos (ALBUQUERQUE, 2018).

4.5.7 Resíduos gerados na produção de vermiculita

Rojas-Ramírez *et al.* (2019) estudou a utilização de um resíduo do processamento de vermiculita, tanto na forma em que é gerado (*in natura*), quanto após calcinação. De acordo com o autor, esse resíduo tem em sua composição o alumínio, silício e magnésio, e por isso apresenta potencial para utilização em associação com cimento Portland, em função da sua possível interação química com as fases do clínquer.

Os resultados indicaram que para substituições de até 5% do cimento por vermiculita, independente do processo de calcinação, não houve alteração estatisticamente significativa nas propriedades do estado endurecido dos produtos. Com base nos dados de produção de cimento e de geração do rejeito, essa proporção seria suficiente para o aproveitamento do resíduo sem danos aos parâmetros de desempenho avaliados. Entretanto, o autor afirma que ainda se faz necessário avaliações mais aprofundadas sobre os aspectos relacionados à durabilidade das composições (ROJAS-RAMÍREZ *et al.*, 2019).

4.5.8 Resíduos gerados na produção de manganês

Castro (2011) realizou estudo sobre a utilização de lama de redução de manganês, como matéria prima de tijolos cerâmicos para construção civil. Para tanto foi feita caracterização da lama de redução de manganês, onde apresentou pequena distribuição granulométrica, abaixo de 6,3µm e seu elemento predominante foi a rodocrosita.

Foram então formuladas diferentes massas cerâmicas com teores de 0; 2,5%; 5% e 10% em peso de adição de resíduo à argila utilizada comercialmente e sintetizada em diferentes temperaturas. Depois de sintetizados, os corpos cerâmicos foram estudados por microscopia ótica, microscopia eletrônica de varredura (MEV), difração de raios-x e por espectrofotometria. Suas propriedades mecânicas também foram avaliadas e concluiu-se que a adição de lama de manganês à massa cerâmica, para a produção de cerâmica vermelha, mostrou-se altamente viável do ponto de vista técnico (CASTRO, 2011).

A principal conclusão do estudo de Castro (2011) foi o fato de que ao se adicionar 10% de lama de manganês à massa cerâmica, foi possível alcançar

aumentos de até 130% na resistência à flexão da cerâmica vermelha, na queima a 1050°C. Esta adição se mostrou altamente eficiente na melhora das propriedades mecânicas da cerâmica vermelha (CASTRO, 2011).

4.5.9 Resíduos gerados na produção de alumínio

Gomes (2005) estudou a viabilidade tecnológica de produção de pigmentos cerâmicos, obtidas a partir de resíduo de anodização de alumínio.

As lamelas de anodização apresentam cor branca acinzentada, são inodoras e têm comportamento coloidal e tixotrópico. É considerado um resíduo não tóxico, volumoso, de reduzido peso específico, composição variável (dependente dos parâmetros de operação), mas constituída majoritariamente por água (75 a 85% de umidade), misturas de hidroxissulfatos de alumínio e aluminatos sódicos sob forma coloidal (GOMES, 2005).

Os pigmentos cerâmicos baseados em lama de anodização de alumínio foram produzidos, caracterizados e testados em vidrados cerâmicos. Os resultados obtidos confirmaram a possibilidade de valorização e reciclagem desse resíduo (GOMES, 2005).

As estruturas obtidas por meio de resíduos, usadas como base para produzir pigmentos cerâmicos se mostraram adequadas. Podendo ser usadas para obter pigmentos resistentes a alta temperatura e aos efeitos agressivos provocados pelo vidrado durante a queima (GOMES, 2005).

4.5.10 Resíduos gerados na produção de ferro

Dantas (2015) realizou um estudo de caso em Jucurutu, município brasileiro do estado do Rio Grande do Norte, caracterizando os resíduos do minério de ferro da mineradora Mhag Serviços e Mineração S/A, com o objetivo de reutilizar estes resíduos em camadas de base, sub-base, reforço de subleito e subleito de pavimentos estabilizados com um solo granular em diferentes proporções.

Segundo os resultados da caracterização química foram encontrados altos teores de minério de ferro no próprio resíduo. Os óxidos Fe_2O_3 , SiO_2 e

Al_2O_3 se apresentam como principais componentes, correspondendo a 98% do total dos compostos apresentados (DANTAS, 2015).

Conforme o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS), o resíduo de minério de ferro se classificou como argila siltosa. Já para o sistema de classificação rodoviário (HRB) o resíduo se classifica como material A-7 (solo argiloso), não plástico. Todas as amostras apresentaram granulometria fora das faixas exigidas pelos órgãos responsáveis para utilização como camada de base (DANTAS, 2015).

O material estudado (resíduo do minério de ferro + solo granular) se apresentou apropriado para ser usado até no máximo em camadas de sub-base de pavimentos (DANTAS, 2015).

4.6 Tabela sintética dos resíduos

A tabela 23 traz uma síntese dos estudos minerais descritos nos tópicos de 4.5.1 a 4.5.10 deste trabalho, apresentando o autor, o mineral estudado, o resíduo caracterizado e o potencial de uso na construção civil.

AUTOR	MINERAL	RESÍDUO	USO NA CONST. CIVIL
Souza (2018)	Ouro	Rejeito apresentou predominantemente partículas de granulometria de areia fina, mas também possuem uma quantidade significativa de partículas das frações siltes e argila. Identificou uma mineralogia mais diversificada, com silicatos, óxidos, sulfetos e carbonatos.	Potencial de aproveitamento dos rejeitos de ouro em obras geotécnicas.
Amaral (2021)	Nióbio	Rejeito mineral é formado por uma alta composição de ferro no rejeito magnético e bário-pirocloro, que é a fonte de níobio dessa composição mineralógica.	Potencial aproveitamento para produção de gusa e aço.
Trindade <i>et al</i> (2015)	Cobre	Os resultados obtidos na análise dos rejeitos, na totalidade das amostras analisadas, foram de 83% entre areia média e areia muito fina (0,25mm a 0,0625mm) e 17% nas frações de silte a argila (<0,0625mm). As análises químicas revelaram a presença de Fe_2O_3 (9%) e Al_2O_3 (6%) com maior importância, e a composição mineralógica identificou a presença de feldspatos (38,5%) e quartzo (38%) entre outros com menores percentuais. Quanto à classificação dos grãos verificou-se que a distribuição do material é heterogênea.	Potencial de incorporação na fabricação de tijolos.
Sosa (2016)	Níquel e Cobalto	Os rejeitos desses minerais podem, de modo geral, ser classificados quanto a análise granulométrica como areias com tendência a predominância de	Potencial obtenção de cerâmicas e ligas metálicas;

		grãos mais finos, mal graduados, bem densos e com presença de mais de uma fase mineralógica. Quanto a composição polimetálica, os resultados evidenciaram que possuíam predominantemente os seguintes elementos em todos os rejeitos: ferro, níquel, cobalto, cromo e manganês, silício, alumínio e magnésio.	potencial de uso como fíler em misturas asfálticas.
Oliveira (2019)	Fosfato	Rejeito magnético com presença de minerais das classes de óxidos, silicatos e fosfatos. Quanto a granulometria, com base no valor encontrado de módulo de finura de 1,48, o material foi classificado como um possível substituinte para a areia fina.	Potencial substituto para o assentamento de bloquetes, tubulações em geral, tanques, emboço, concreto e asfalto; e potencial utilização na fabricação de concreto, quando retirado o excesso de partículas finas.
Nobre <i>et al</i> (2017)	Titânio	Resíduo óxido de titânio obtido do beneficiamento do dióxido de titânio, apresentando-se como um pó sólido com tamanhos irregulares de partícula.	Potencial substituição do cimento Portland composto CP II F-32 por teores pré-estabelecidos de resíduos de óxido de titânio.
Rojas-Ramírez <i>et al</i> (2019)	Vermiculita	Resíduo tem em sua composição o alumínio, silício e magnésio.	Potencial para utilização em associação com cimento Portland, em função da sua possível interação química com as fases do clínquer.
Castro (2011)	Manganês	Rejeito lama de redução de manganês, onde apresentou pequena distribuição granulométrica, abaixo de 6,3 µm e seu elemento predominante foi a rodocrosita.	Potencial para adição à massa cerâmica. Ao se adicionar 10% de lama de manganês à massa cerâmica, foi possível alcançar aumentos de até 130% na resistência à flexão da cerâmica vermelha, na queima a 1050°C.
Gomes (2005)	Alumínio	Resíduos de anodização de alumínio apresentam cor branca acinzentada, são inodoros e têm comportamento coloidal e tixotrópico. É considerado um resíduo não tóxico, volumoso, de reduzido peso específico, composição variável, mas constituído majoritariamente por água, misturas de hidroxissulfatos de alumínio e aluminatos sódicos sob forma coloidal.	Potencial de utilização na produção de pigmentos cerâmicos.
Dantas (2015)	Ferro	Resíduos do minério de ferro possuem altos teores de minério de ferro no próprio resíduo. Os óxidos Fe ₂ O ₃ , SiO ₂ e Al ₂ O ₃ se apresentam como principais componentes, correspondendo a 98% do total dos compostos apresentados.	Potencial para ser usado até no máximo em camadas de sub-base de pavimentos.

Tabela 23- Tabela sintética dos estudos apresentados nos tópicos de 4.5.1 a 4.5.10 deste trabalho.

5. CONCLUSÕES

Do Anuário Mineral Brasileiro (2021) foram extraídos dados de produção bruta e produção beneficiada, no período de 2010 a 2021, conforme planilha no ANEXO A. Destes, foi possível encontrar o percentual de geração de resíduos em relação a produção bruta, com dados do período de 2010 a 2021, a saber: prata (99,99%), ouro (99,98%), cobalto (99,92%), bário (99,88%), nióbio (99,82%), cobre (99,77%), níquel (99,12%), amianto (94,97%), fosfato (91,52%), titânio (87,18%), vermiculita e perlita (81,15%), manganês (70,45%), estanho (67,81%), alumínio (50,26%) e ferro (38,01%). Com estes dados também é possível encontrar a média percentual de resíduos da atividade extrativa no estado de Goiás, montante equivalente a 85,32% da produção bruta.

Dos dados de arrecadação da CFEM para 2021, foi possível levantar uma lista com 381 pessoas físicas e pessoas jurídicas que participaram da extração mineral em Goiás, conforme planilha no ANEXO C. Os dados de contribuição da CFEM foram anexados secundariamente aos de produção conforme tabela 11, que classifica primariamente os minerais do maior para o menor gerador de resíduos, dentre os 15 minerais de interesse. Na sequência, as empresas foram apresentadas de acordo com o mineral, conforme tabelas de 12 a 22.

Das pesquisas feitas na literatura acadêmica, pode-se descrever os resíduos conforme tópico 4.5, compilados sinteticamente os seus reaproveitamentos: rejeito da produção de ouro utilizado na mistura com solo laterítico para uso em obras geotécnicas; rejeito da produção de nióbio utilizado na fabricação de gusa e aço; rejeito da produção de cobre utilizado na fabricação de tijolos; rejeito da produção de níquel e cobalto utilizado na fabricação de cerâmica e ligas metálicas ou como fíler em misturas asfálticas; rejeito da produção de fosfato pode substituir areia fina para assentamento de bloquetes, tubulações em geral, tanques, emboço, concreto e asfalto; rejeito de óxido de titânio adicionado ao cimento Portland para argamassa de revestimento, degradando o NOx sem perda dos requisitos normativos vigentes da construção civil; resíduos da produção de vermiculita podem ser associados ao cimento Portland em função da sua possível interação química com as fases do clínquer; lama de redução de manganês utilizada como matéria prima de tijolos cerâmicos; resíduos da produção de alumínio utilizados na produção de pigmentos

cerâmicos; resíduos da produção de ferro utilizados, até no máximo, em camadas de sub-base de pavimentos.

No desenvolvimento deste estudo foi possível perceber que os dados cadastrais dos mineradores não estão atualizados e que os dados de produção em alguns casos são inexistentes ou podem apresentar algumas inconsistências. A Agência Nacional de Mineração precisa desenvolver políticas que incentivem os mineradores a manter seus dados cadastrais atualizados, bem como os dados de suas produções. Seria de grande interesse público se ANM mantivesse um inventário o mais preciso possível da atividade mineral. Esses dados poderiam servir de base para novas concessões de títulos minerários, resolvendo o *trade off* que surge entre preservação ambiental e ganhos econômicos, uma vez que a sociedade deixa de usufruir os ganhos de ter o meio-ambiente preservado para usufruir dos recursos econômicos dele retirados.

Importante difundir estes estudos para o poder público e para as empresas mineradoras. Os estudos precisam sair do campo teórico e passarem para a implementação prática. Geralmente as inovações têm custos de implementação altos no início, entretanto o Poder Público precisa mensurar se os gastos iniciais de implementação se fazem viáveis ao longo do tempo, uma vez que podem ser mitigados os impactos negativos de poluição ambiental; os impactos negativos de sobrecarga do sistema público de saúde advindos de contaminações da atividade mineral; os impactos negativos de conflitos sociais envolvidos na posse de terras e na disputa por suas riquezas, entre outros tantos problemas econômicos e sociais que a atividade pode trazer. Entretanto, importante lembrar que nem só de problemas vive o setor mineral. É um setor muito próspero, economicamente importante para o desenvolvimento das regiões circunvizinhas aos empreendimentos, desde que as empresas façam sua parte social. Daí a importância das universidades e dos institutos federais de se inserirem no processo, podendo ser um forte elo entre Poder Público e iniciativa privada em prol do desenvolvimento econômico e social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004a). **NBR-10.004: Resíduos sólidos – Classificação**. Brasil.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). **Sistema Arrecadação**. 2022. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx. Acesso em 20 de março de 2022.

ALBUQUERQUE, Diana Dayse Mariano de. **Avaliação da influência do resíduo proveniente da produção do dióxido de titânio (MNR) nas propriedades das argamassas de revestimento e na sua capacidade fotocatalítica**. Salvador, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/28671>. Acesso em: 25 de dezembro de 2022.

ALIAGA, M.; GUNDERSON, B. **Interactive Statistics**. Thousand Oaks: Sage, 2002.

ALVES, Francisco. **Goiás se afirma como polo mineral no país**. Revista Brasil Mineral, São Paulo, nº 420, p. 6 – 11, maio de 2022.

AMARAL, Thiago de Souza. **Caracterização de rejeitos depositados em barragem impermeabilizada com vistas a recuperação de ferro e nióbio e futuro processo de envelopamento do rejeito**. Ouro Preto- MG, 2021.

ANGLOGOLD ASHANTI, 2020. **Ouro**. Disponível em: <https://www.anglogoldashanti.com.br/negocios/ouro/>. Acesso em: 09 de julho de 2022.

ANGLOGOLD ASHANTI, 2021. **Relatório ESG 2021**. Disponível em: <https://www.anglogoldashanti.com.br/relatorioesg2021/>. Acesso em: 10 de dezembro de 2022.

BERTÃO, NAIARA. **Entenda o que é ESG e por que a sigla é importante para as empresas**. 2022. Valor Econômico e O Globo. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/esg/noticia/2022/02/21/entenda-o-que-e-esg-e-por-que-a-sigla-esta-em-alta-nas-empresas.ghtml>. Acesso em: 12 de dezembro de 2022.

BERTRAN, 1988 *apud* SEVILHA, 2018. **História ambiental da capitania de goiás: mineração e transformação agroecológica da terra (1726-1822)**. 2018. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br>. Acesso em: 06 de junho de 2022.

SEMAD, 2022. **BIOGO- Programa de Conservação da Biodiversidade**. 2022. Disponível em: <https://www.meioambiente.go.gov.br/transpar%C3%Aancia/dados-abertos/102-institucional/2309-biogo.html>. Acesso em: 15 de dezembro de 2022.

BRASIL, 1967. **Código de Minas**. Decreto-Lei nº 227 de 28/02/1967.
Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm Acesso em 28/03/2022. Acesso em 29 de março de 2022.

BRASIL, 1990. **LEI Nº 8.001, DE 13 DE MARÇO DE 1990**.
Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8001.htm. Acesso em 08 de julho de 2022.

BRASIL, 1988. **Constituição Federal do Brasil**.
Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
Acesso em 29 de março de 2022.

BRASIL, 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 09 de julho de 2022.

CARDOSO JÚNIOR, Hamilton Matos e LUNAS, Divina Aparecida Leonel. 2016. **Panorama e consolidação do setor mineral em Goiás**. 2016. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/journal/5769/576960995005/html/>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

CASTRO, C. G. **Estudo do aproveitamento de rejeitos do beneficiamento do manganês pela indústria cerâmica**. 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2482>. Acesso em 10 de dezembro de 2022.

CASTRO, 2004 *apud* CARDOSO JÚNIOR e LUNAS, 2016. **Panorama e consolidação do setor mineral em Goiás**. 2016. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/journal/5769/576960995005/html/>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

CONEXÃO MINERAL, 2020. **Mineração Serra Verde inicia construção do projeto de terras raras em Minaçu (GO)**. Agosto de 2020. Disponível em:
https://www.conexao_mineral.com.br/noticia/1689/mineracao-serra-verde-inicia-construcao-do-projeto-de-terras-raras-em-minacu-go.html. Acesso em: 09 de julho de 2022.

COSTA, S. S.; DESCOVI FILHO, L. L. V.; OLIVEIRA JUNIOR, J. M. B. **Esforços da pesquisa brasileira sobre mineração e impactos ambientais: uma visão geral de cinco décadas (1967-2017)**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.2, p.296-313, 2020.
Disponível em: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0029>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

DANTAS, André Augusto Nobrega. **Caracterização de resíduos oriundos do beneficiamento do minério de ferro para uso em pavimentação**. 2015. 88pp. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

DANTAS, André Augusto Nóbrega *et al.* **Levantamento Quantitativo de Resíduos Oriundos da Mineração no Estado do Rio Grande do Norte para Potencial Uso em Obras Rodoviárias**. XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica - O Futuro Sustentável do Brasil passa por Minas. COBRAMSEG, 2016. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/309306096_LEVANTAMENTO_QUANTITATIVO_DE_RESIDUOS_ORIUNDOS_DA_MINERACAO_NO_ESTADO_DO_RIO_GRANDE_DO_NORTE_PARA_POTENCIAL_USO_EM_OBRAS_RODOVIARIAS. Acesso em 10 de junho de 2022.

DANTAS, André Augusto Nóbrega. **Avaliação do comportamento mecânico, geoquímico, mineralógico e geoambiental de um rejeito de minério de ferro incorporado a um solo laterítico para fins rodoviários**, 2019. Disponível em <https://repositorio.unb.br/handle/10482/37720>. Acesso em 15 de junho de 2022.

DNPM, (2010). Anuário Mineral Brasileiro 2010. Relatório, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, Disponível em: http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2010/GO_2010.pdf. Acesso em: 22 de março de 2022.

ESPÓSITO, Terezinha de Jesus. **Metodologia Probabilística e Observacional Aplicada a Barragens de Rejeito Construídas por Aterro Hidráulico**, 2000. Disponível em: <https://docplayer.com.br/76175303-Metodologia-probabilistica-e-observacional-aplicada-a-barragens-de-rejeito-construidas-por-aterro-hidraulico.html>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

FREITAS, Carlos Machado de *et al.* **Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva**. Cadernos de Saúde Pública [online]. 2019, v. 35, n. 5. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/5p9ZRBrgkfrmtPBtSLcs9j/?lang=pt#>. Acesso em 25 de março de 2022.

GOIÁS, 2019. **História**. Disponível em: <https://www.goias.gov.br/conheca-goias/historia.html>. Acesso em: 05 de abril de 2022.

GOMES, Vaneide. **Desenvolvimento e caracterização de pigmentos cerâmicos baseados em alumina e mulita obtidos a partir de lama de anodização de alumínio**. UFSC. Florianópolis, p.116. 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101998>. Acesso em: 08 de dezembro de 2022.

GONÇALVES, Ricardo Junior de Assis Fernandes. **Grandes projetos de mineração em goiás, Brasil: a expansão do capitalismo extrativista nas áreas de cerrado.** 2016. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/5700#:~:text=A%20territorializa%C3%A7%C3%A3o%20do%20agrohidroneg%C3%B3cio%2C%20minera%C3%A7%C3%A3o,de%20minera%C3%A7%C3%A3o%20no%20territ%C3%B3rio%20goiano>. Acesso em: 26 de março de 2022.

GONTIJO, Marcos Delgado. **Manuseio e aproveitamento de estéreis em mineração**, 2021. Disponível em: <http://revista.uemg.br/index.php/reis/index>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

IBGE, 2020. **Cidades e Estados.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go.html>. Acesso em: 01 de junho de 2022.

IBRAM. **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração**, 2016. Disponível em <https://portaldamineracao.com.br/acervo/publicacoes>. Acesso em 20 de março de 2022.

IBRAM. **Informações Sobre a Economia Mineral Brasileira 2020. Ano Base 2019.** 2020. Disponível em <https://portaldamineracao.com.br/acervo/publicacoes>. Acesso em 20 de março de 2022.

IBRAM. **Dados IBRAM - Setor Mineral 2021.** 2022. Disponível em: <https://ibram.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 20 de março de 2022.

IBRAM. **Políticas Públicas para a Indústria Mineral.** 2022. Disponível em https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2022/08/Livro_Politicas_Publicas-Digital.pdf. Acesso em 18 de dezembro de 2022.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - **Roteiro metodológico para elaboração e revisão de planos de manejo das unidades de conservação federais.** Organizadores: Ana Rafaela D'Amico, Erica de Oliveira Coutinho e Luiz Felipe Pimenta de Moraes. Brasília, 2018. 208 p. ISBN 978-65-5024-002-8.

IMG (Instituto Mauro Borges), 2018. **Goiás-Visão Geral.** Disponível em: https://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&id=32&Itemid=101. Acesso em: 01 de junho de 2022.

IPEA- Intituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos.** IPEA, 2012, Brasília, Brasil, 1vol., 77p.

LEAL, Fernanda Martins; CARTAGENES, Rosa Cristina da Conceição. **Subsídios à elaboração do plano de manejo da arie Capetinga/Taquara na Fazenda Água Limpa – UnB.** 2021. 146 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Ambientais) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/31878>. Acesso em: 10 de dezembro de 2022.

LOZANO, Fernando Arturo Erazo. **Seleção de locais para barragens de rejeitos usando o método de análise hierárquica,** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.3.2006.tde-14122006-123702. Acesso em: 5 de abril de 2022.

MECHI, Andrea e SANCHES, Djalma Luiz. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo.** 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/TNzjZ3HD8K6rCvSSWPtsZgC/?lang=pt>. Acesso em: 10 de julho de 2022.

MELLER, Guilherme Semprebom; BERNARDINO, Alexandra Gleci; SMANIOTTO, André Luiz Amorim. **Mineração X Meio Ambiente: Mitigação de Impactos Ambientais Causados pela Mineração a Céu Aberto de Basalto.** 2018. Disponível em: https://www.confrea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/geologia/5_mxmamdiacpmacadb.pdf. Acesso em: 20 de junho de 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA- MME. **Ministério de Minas e Energia alcança importantes resultados em 2021.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/ministerio-de-minas-e-energia-alcanca-importantes-resultados-em-2021#:~:text=RETROSPECTIVA-,Minist%C3%A9rio%20de%20Minas%20e%20Energia%20alcan%C3%A7a%20importantes%20resultados%20em%202021,as%20expectativas%20s%C3%A3o%20ainda%20maiores>. Acesso em: 27 de março de 2022.

NOBRE, T.R.S. *et al.* **Efeito da adição do resíduo proveniente do beneficiamento de TiO₂ em pastas cimentícias: análise pela técnica de DRX.** P. 56-61 . In: . São Paulo: Blucher, 2017. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/efeito-da-adio-do-resduo-proveniente-do-beneficiamento-de-tio2-em-pastas-cimentcias-anlise-pela-tcnica-de-drx-27739>. Acesso em: 20 de dezembro de 2022.

OLIVEIRA JÚNIOR, G. G. **Desenvolvimento de uma rota de processo de dessulfurização de rejeitos de um minério aurífero sulfetado.** 2011. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 71p.

OLIVEIRA, Bianca Louise Sousa. **Estudo do rejeito magnético proveniente do beneficiamento de rocha fosfática, através da caracterização de suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas**. 2019. Araxá-MG. Disponível em: https://www.eng-minas.araxa.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/170/2020/02/TCC_Bianca_Louise.pdf. Acesso em: 15 de dezembro de 2022.

PASCHOARELLI, Luis Carlos *et al.* **Características Qualitativas, Quantitativas e Quali-quantitativas de Abordagens Científicas: estudos de caso na subárea do Design Ergonômico**. Revista de Design, Tecnologia e Sociedade, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/design-tecnologia-sociedade/article/download/15699/14030/26701>. Acesso em: 26 de março de 2022.

ROJAS-RAMÍREZ, R. A. *et al.* **Impacto do uso de resíduo de vermiculita no estado endurecido de argamassas**. Cerâmica [online]. 2019, v. 65, n. 373. Disponível em: <https://www.scielo.br/jj/ce/a/c6H4YRffszDBRc4hsQSBzPK/?lang=pt#>. Acesso em: 30 de dezembro de 2022.

SANTOS, Thaís Guimarães dos. **Reaproveitamento de rejeitos de minério de Ferro e Ouro com base em uma caracterização tecnológica e geoambiental**. Universidade de Brasília. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34120>. Acesso em: 10 de dezembro de 2022.

SOBREIRA, Patrícia de Albuquerque. **Estudo sobre as barragens de rejeitos do Estado de Goiás**. Educação, saúde e desenvolvimento sustentável: investigações, desafios e perspectivas futuras. Editora Epitaya, Rio de Janeiro, 2021.

SOSA, E.R. **Caracterização e aproveitamento dos rejeitos oriundos de processos hidrometalúrgicos do níquel e cobalto com um enfoque geoambiental**. 2016. Tese de Doutorado em Geotecnia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 170 p.

SOUZA, Weber Anselmo dos Ramos. **Análise numérica do comportamento de pilhas de rejeito filtrado e co-disposição durante a construção**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br>. Acesso em 05 de junho de 2022.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory**. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2015.

STRICKLAND, Fernanda. **Mineração tem saldo de US\$ 49 bilhões em 2021**. Correio Brasiliense, 2022. Disponível em:

<https://www.correiobraziliense.com.br/economia/2022/02/4982999-mineracao-tem-saldo-de-uss-49-bilhoes-em-2021.html>. Acesso em: 27 de março de 2022.

TRINDADE *et al.* **Caracterização dos rejeitos das minas do Camaquã para reaproveitamento sustentável.** Revista Monografias Ambientais Santa Maria, v. 14, Ed. Especial Unipampa. 2015, p. 116-132. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/18717/pdf>. Acesso em: 09 de dezembro de 2022.

VALERIUS, Marcelo Bernardi. **Cadastro e análise do potencial de risco das barragens de rejeitos de mineração do estado de Goiás.** Dissertação de mestrado em geotecnia. Brasília, 2014. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/17348/1/2014_MarceloBernardiValerius.pdf. Acesso em: 25 de março de 2022.

VGR. **Resíduos da mineração: tipos, rejeitos e como destinar?** 2021. Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/residuos-da-mineracao/>. Acesso em 25 de março de 2022.

XING *et al*, 2015 *apud* COSTA, S. S.; DESCOVI FILHO, L. L. V.; OLIVEIRA JUNIOR, J. M. B. **Esforços da pesquisa brasileira sobre mineração e impactos ambientais: uma visão geral de cinco décadas (1967-2017).** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.2, p.296-313, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0029>. Acesso em: 05 de junho de 2022.

ANEXO A – DADOS DE PRODUÇÃO BRUTA E PRODUÇÃO BENEFICIADA

Ano base	UF	Classe Substância	Substância Mineral	Quantidade Produção - Minério ROM (t)	Quantidade Produção Beneficiada (t)	Quantidade Contido (t)
2010	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	4160,00		
2011	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	10365,00		
2012	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	46500,00		
2013	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	21261,25		
2014	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	576749,92	476371,85	275831,21
2015	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	532230,72	527101,65	305191,85
2016	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	736510,10	733565,82	388789,88
2017	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	827800,20	828800,32	444848,26
2018	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	1236659,90	1046203,07	552746,89
2019	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	1570809,34	1123008,59	594645,98
2020	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	1437399,10	1361851,75	721810,69
2021	GO	Metálicos	Alumínio (Bauxita)	1665376,79	1677413,16	897382,16
2010	GO	Não-Metálicos	Amianto	4870538,69	302257,00	302257,00
2011	GO	Não-Metálicos	Amianto	4914502,33	306320,56	306320,56
2012	GO	Não-Metálicos	Amianto	5272423,19	304568,80	304568,80
2013	GO	Não-Metálicos	Amianto	5357783,00	290825,65	290825,65
2014	GO	Não-Metálicos	Amianto	5620971,33	311227,90	311227,90
2015	GO	Não-Metálicos	Amianto	4275025,74	232051,56	232051,56
2016	GO	Não-Metálicos	Amianto	3151806,05	177677,00	177677,00
2017	GO	Não-Metálicos	Amianto	1995618,97	129093,85	129093,85
2018	GO	Não-Metálicos	Amianto	1723517,84	111438,50	111438,50
2019	GO	Não-Metálicos	Amianto	199319,00	12204,65	12204,65
2020	GO	Não-Metálicos	Amianto	1310586,79	77057,16	7540,00
2021	GO	Não-Metálicos	Amianto	2881064,35	172256,00	12336,66
2010	GO	Não-Metálicos	Areia	2457497,12	408910,80	0,00
2011	GO	Não-Metálicos	Areia	2401513,80	377848,28	0,00
2012	GO	Não-Metálicos	Areia	1996282,26	493607,17	0,00
2013	GO	Não-Metálicos	Areia	2453300,10	705806,99	0,00
2014	GO	Não-Metálicos	Areia	2284841,28	832376,31	0,00
2015	GO	Não-Metálicos	Areia	2305787,27	872777,48	0,00
2016	GO	Não-Metálicos	Areia	1609217,42	553430,21	0,00
2017	GO	Não-Metálicos	Areia	1483889,75	523483,82	0,00
2018	GO	Não-Metálicos	Areia	1736413,65	488084,67	0,00
2019	GO	Não-Metálicos	Areia	2057371,62	525549,88	0,00
2020	GO	Não-Metálicos	Areia	2474441,47	659498,83	0,00
2021	GO	Não-Metálicos	Areia	2547856,51	594473,88	0,00
2010	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	7018,00	15750,00	0,00
2011	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	65354,68	63394,05	0,00
2012	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	86284,46	88585,35	0,00
2013	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	53864,83	99787,99	0,00
2014	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	49994,51	48496,85	0,00

2015	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	13632,97	13634,64	0,00
2016	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	1548,23	104932,50	0,00
2017	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	5030,00	137907,60	0,00
2018	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	8811,52	137945,51	0,00
2019	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	100,00	144500,00	0,00
2020	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	0,00	141000,00	0,00
2021	GO	Não-Metálicos	Areias Industriais	409866,24	389950,00	0,00
2010	GO	Não-Metálicos	Argilas	1009348,17	3235,00	0,00
2011	GO	Não-Metálicos	Argilas	695122,88		
2012	GO	Não-Metálicos	Argilas	931705,65		
2013	GO	Não-Metálicos	Argilas	843545,07		
2014	GO	Não-Metálicos	Argilas	1128041,57	0,00	0,00
2015	GO	Não-Metálicos	Argilas	826672,46	17398,00	0,00
2016	GO	Não-Metálicos	Argilas	470760,87	26825,79	0,00
2017	GO	Não-Metálicos	Argilas	411562,49	29940,00	0,00
2018	GO	Não-Metálicos	Argilas	357873,96	52868,36	0,00
2019	GO	Não-Metálicos	Argilas	413474,54	49620,89	0,00
2020	GO	Não-Metálicos	Argilas	495516,95	49142,23	0,00
2021	GO	Não-Metálicos	Argilas	762023,51	56533,20	0,00
2010	GO	Não-Metálicos	Bário	4803283,00	23390,00	13174,00
2011	GO	Não-Metálicos	Bário	5306435,00	12104,00	6700,00
2012	GO	Não-Metálicos	Bário	0,00	0,00	0,00
2013	GO	Não-Metálicos	Bário	0,00		
2015	GO	Não-Metálicos	Bário	5709636,76	20894,95	17760,71
2016	GO	Não-Metálicos	Bário	5594133,75	12133,40	7263,05
2017	GO	Não-Metálicos	Bário	9317095,77	16275,79	9981,12
2018	GO	Não-Metálicos	Bário	6144806,80	5318,18	3007,96
2019	GO	Não-Metálicos	Bário	5828529,53	3415,32	25,27
2020	GO	Não-Metálicos	Bário	5889030,88	1633,65	13,88
2021	GO	Não-Metálicos	Bário	5273937,09		
2010	GO	Não-Metálicos	Calcário	4270580,79	4886420,93	0,00
2011	GO	Não-Metálicos	Calcário	6263856,69	5636852,78	0,00
2012	GO	Não-Metálicos	Calcário	7091875,34	6533564,44	0,00
2013	GO	Não-Metálicos	Calcário	6675357,53	7142707,62	0,00
2014	GO	Não-Metálicos	Calcário	6629373,06	6378476,42	0,00
2015	GO	Não-Metálicos	Calcário	5863104,39	5694321,21	0,00
2016	GO	Não-Metálicos	Calcário	6672509,15	6238110,94	0,00
2017	GO	Não-Metálicos	Calcário	7290708,70	7167507,83	0,00
2018	GO	Não-Metálicos	Calcário	8399124,18	6971713,29	0,00
2019	GO	Não-Metálicos	Calcário	12680556,92	10619938,78	0,00
2020	GO	Não-Metálicos	Calcário	12590099,26	11700322,55	0,00
2021	GO	Não-Metálicos	Calcário	13474381,11	11667355,84	0,00
2010	GO	Não-Metálicos	Caulim	14746,44		
2011	GO	Não-Metálicos	Caulim	9484,73		
2012	GO	Não-Metálicos	Caulim	8136,52		
2013	GO	Não-Metálicos	Caulim	15836,28		

2014	GO	Não-Metálicos	Caulim	11015,37		
2015	GO	Não-Metálicos	Caulim	7221,27		
2016	GO	Não-Metálicos	Caulim	894,00		
2010	GO	Metálicos	Cobalto	3792814,13	3203447,44	2881,52
2011	GO	Metálicos	Cobalto	4000842,96	3329076,00	3238,80
2012	GO	Metálicos	Cobalto	3774557,56	3248182,00	3037,17
2013	GO	Metálicos	Cobalto	3732514,89	3239106,00	3467,80
2014	GO	Metálicos	Cobalto	3161719,81	0	0,00
2015	GO	Metálicos	Cobalto	3563008,15	0	1250,00
2016	GO	Metálicos	Cobalto	7479,08	0	407,98
2017	GO	Metálicos	Cobalto	9146,00	0	0,00
2010	GO	Metálicos	Cobre	25275341,11	271475,39	69662,36
2011	GO	Metálicos	Cobre	26085622,27	304146,50	72522,95
2012	GO	Metálicos	Cobre	26264823,69	273566,73	70389,60
2013	GO	Metálicos	Cobre	25881841,82	243537,59	59959,24
2014	GO	Metálicos	Cobre	21990429,66	245779,29	60599,00
2015	GO	Metálicos	Cobre	19959942,51	242523,39	61363,00
2016	GO	Metálicos	Cobre	17089013,05	216332,47	52461,00
2017	GO	Metálicos	Cobre	33410949,62	242126,55	57758,31
2018	GO	Metálicos	Cobre	34549625,56	243129,39	58582,11
2019	GO	Metálicos	Cobre	37672514,29	244899,57	59008,63
2020	GO	Metálicos	Cobre	29385916,69	209889,00	50572,82
2021	GO	Metálicos	Cobre	37733278,30	220680,00	52019,17
2010	GO	Gemas e Diamantes	Diamante	1990,00	82,80	82,80
2011	GO	Gemas e Diamantes	Diamante	148,30		
2012	GO	Gemas e Diamantes	Diamante	100000,00		
2014	GO	Gemas e Diamantes	Diamante	60032,65		
2015	GO	Gemas e Diamantes	Diamante	80010,80		
2016	GO	Gemas e Diamantes	Diamante	6270,00	166,49	0,00
					17,16	17,16
					0,00	0,00
2019	GO	Gemas e Diamantes	Diamante	0,00	0,00	0,00
2020	GO	Gemas e Diamantes	Diamante	0,00	0,00	0,00
2010	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	379238,00	439700,60	0,00
2011	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	532835,97	874521,46	0,00
2012	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	430837,94	303372,00	0,00

2013	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	384394,00	527049,10	0,00
2014	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	476186,06	575510,86	0,00
2015	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	583440,00	702457,00	0,00
2016	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	487124,68	650579,22	0,00
2017	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	583701,78	318512,74	0,00
2018	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	607999,87	318916,79	0,00
2019	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	42840,45	42840,45	0,00
2020	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	58561,49	58561,49	0,00
2021	GO	Não-Metálicos	Dolomito e Magnesita	554171,77	1743201,20	0,00
2014	GO	Metálicos	Estanho	0,00		
2017	GO	Metálicos	Estanho	2909,50	6500,00	2092,20
2018	GO	Metálicos	Estanho	0,00		
2019	GO	Metálicos	Estanho	0,00		
2020	GO	Metálicos	Estanho	14,65		
2021	GO	Metálicos	Estanho	0,00		
2010	GO	Metálicos	Ferro	0,00		
2011	GO	Metálicos	Ferro	0,00		
2012	GO	Metálicos	Ferro	0,00		
2014	GO	Metálicos	Ferro	23244,56	23244,56	14399,23
2015	GO	Metálicos	Ferro	0,00	30018,06	18611,20
2016	GO	Metálicos	Ferro	24022,98	24023,03	16000,00
2017	GO	Metálicos	Ferro	0,00	0,00	0,00
2018	GO	Metálicos	Ferro	15591,96	15591,96	8952,90
2019	GO	Metálicos	Ferro	0,00		
2020	GO	Metálicos	Ferro	0,00		
2021	GO	Metálicos	Ferro	50000,00		
2010	GO	Não-Metálicos	Fosfato	10601898,00	2643426,88	949307,23
2011	GO	Não-Metálicos	Fosfato	11274945,39	3464387,15	1233670,82
2012	GO	Não-Metálicos	Fosfato	10956886,60	3458682,84	1232323,62
2013	GO	Não-Metálicos	Fosfato	10884990,98	3484689,00	1241710,98
2014	GO	Não-Metálicos	Fosfato	10613948,12	2426598,37	875223,32
2015	GO	Não-Metálicos	Fosfato	10349630,76	2350333,00	840731,18
2016	GO	Não-Metálicos	Fosfato	10097365,12	2310693,30	826920,40
2017	GO	Não-Metálicos	Fosfato	10090244,08	2132082,95	797929,45
2018	GO	Não-Metálicos	Fosfato	16012706,98	2214941,54	795828,68
2019	GO	Não-Metálicos	Fosfato	10756403,43	2200210,74	781230,11
2020	GO	Não-Metálicos	Fosfato	11727851,80	2511073,83	879560,83
2021	GO	Não-Metálicos	Fosfato	11159270,30	2247976,83	782981,82

2010	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	2180,00		
2012	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	20,00		
2013	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	279,00		
2015	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	0,00		
2015	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	0,00		
2016	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	0,30		
2017	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	873,94		
2018	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	2513,75		
2019	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	1382,80		
2020	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	1358,32		
2020	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	9,60	0,0	0,00
2021	GO	Gemas e Diamantes	Gemas	2999,36		
2010	GO	Metálicos	Manganês	37378,45	12065,2	5638,36
2011	GO	Metálicos	Manganês	35177,11	18519,1	7246,74
2012	GO	Metálicos	Manganês	1162,24	1162,2	1104,12
2013	GO	Metálicos	Manganês	657,17	657,2	230,00
2014	GO	Metálicos	Manganês	7105,59	7105,6	1989,57
2015	GO	Metálicos	Manganês	11200,00		
2016	GO	Metálicos	Manganês	0,00		
2017	GO	Metálicos	Manganês	1242,12		
2018	GO	Metálicos	Manganês	112898,56	713,0	0,00
2019	GO	Metálicos	Manganês	24781,10	16681,0	6215,00
2020	GO	Metálicos	Manganês	398588,78	58048,4	15526,05
2021	GO	Metálicos	Manganês	62792,66	62792,7	27172,00
2020	GO	Metálicos	Monazita e Terras-Raras	0,00		
2021	GO	Metálicos	Monazita e Terras-Raras	0,00		
2010	GO	Metálicos	Nióbio	4857571,00	17941,23	8547,57
2011	GO	Metálicos	Nióbio	3870295,00	17314,79	8501,25
2012	GO	Metálicos	Nióbio	4270265,84	20189,85	10038,83
2013	GO	Metálicos	Nióbio	4121967,18	20162,15	9730,56
2014	GO	Metálicos	Nióbio	3920752,45	20522,28	9882,30
2015	GO	Metálicos	Nióbio	5440587,55	20208,00	10578,20
2016	GO	Metálicos	Nióbio	6295065,72	23235,32	12274,59
2017	GO	Metálicos	Nióbio	12507211,76	28228,98	14206,75
2018	GO	Metálicos	Nióbio	14525045,42	29076,62	14883,89

2019	GO	Metálicos	Nióbio	14275515,03	25440,34	13220,90
2020	GO	Metálicos	Nióbio	8659803,05	27313,88	13948,81
2021	GO	Metálicos	Nióbio	8569122,40	26431,47	13322,71
2010	GO	Metálicos	Níquel	5010277,13	3267268,64	40319,64
2011	GO	Metálicos	Níquel	5528778,96	3406939,50	48660,20
2012	GO	Metálicos	Níquel	5618914,38	3302982,92	48858,09
2013	GO	Metálicos	Níquel	6054248,01	3290522,65	50587,29
2014	GO	Metálicos	Níquel	7554217,60	3231467,74	75956,41
2015	GO	Metálicos	Níquel	8854199,66	137395,95	48799,98
2016	GO	Metálicos	Níquel	5900005,94	169075,57	50615,05
2017	GO	Metálicos	Níquel	6289441,25	158144,74	43800,23
2018	GO	Metálicos	Níquel	4675605,94	154732,83	42309,89
2019	GO	Metálicos	Níquel	4563878,72	168656,71	42578,02
2020	GO	Metálicos	Níquel	4274325,41	168663,47	43483,76
2021	GO	Metálicos	Níquel	3519592,44	159991,78	41734,00
2010	GO	Metálicos	Ouro	22645671,98	4794,67	3252,67
2011	GO	Metálicos	Ouro	23281869,02	4140,13	3226,67
2012	GO	Metálicos	Ouro	23766247,13	4036,42	4036,42
2013	GO	Metálicos	Ouro	23654562,98	4917,35	4917,35
2014	GO	Metálicos	Ouro	20682264,61	5040,10	5040,10
2015	GO	Metálicos	Ouro	22347992,72	6699,90	6699,90
2016	GO	Metálicos	Ouro	16137528,50	6814,25	6814,25
2017	GO	Metálicos	Ouro	36023677,39	6513,41	6513,41
2018	GO	Metálicos	Ouro	37026652,65	5595,46	5595,46
2019	GO	Metálicos	Ouro	39982624,31	5008,71	5008,71
2020	GO	Metálicos	Ouro	32461682,93	4731,28	4731,28
2021	GO	Metálicos	Ouro	40179825,16	3775,81	3708,35
2010	GO	Metálicos	Prata	983546,00	60,00	60,00
2011	GO	Metálicos	Prata	23050186,31	200,00	200,00
2012	GO	Metálicos	Prata	23564796,13	227,01	227,01
2013	GO	Metálicos	Prata	22936827,98	196,98	196,98
2014	GO	Metálicos	Prata	19951493,85	233,34	233,34
2015	GO	Metálicos	Prata	20467951,51	222,24	222,24
2016	GO	Metálicos	Prata	14440035,05	233,87	233,87
2017	GO	Metálicos	Prata	34334773,62	219,21	219,21
2018	GO	Metálicos	Prata	820917,00	187,66	187,66
2019	GO	Metálicos	Prata	916057,00	188,91	188,91
2020	GO	Metálicos	Prata	1346142,00	152,06	152,06
2021	GO	Metálicos	Prata	1109989,00	95,49	95,49
2014	GO	Não-Metálicos	Quartzo (Cristal) e outros Piezelétricos	36,00		
2010	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	7865412,66	5970704,88	0,00
2011	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	8228564,52	7573053,65	0,00

2012	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	10226168,28	10476837,55	0,00
2013	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	10957492,46	10257833,76	0,00
2014	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	11200444,20	10188944,38	0,00
2015	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	6962108,54	7162881,55	0,00
2016	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	6802392,81	6745678,43	0,00
2017	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	4955758,17	4928010,01	0,00
2018	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	7172205,08	8313509,61	0,00
2019	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	8128710,90	7620296,66	0,00
2020	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	8117034,69	8087302,36	0,00
2021	GO	Não-Metálicos	Rochas (Britadas) e Cascalho	10452407,09	9124560,44	0,00
2010	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	4958,63	6980,00	0,00
2011	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	18279,61	395,00	0,00
2012	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	30194,51	350,00	0,00
2013	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	14241,95		
2014	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	13209,45	13048,40	0,00
2015	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	18086,22		
2016	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	469648,30		
2017	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	25779,50		
2018	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	39967,54		
2019	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	39506,38		
2020	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	42905,34		
2021	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais	62083,90		
2010	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	1832,00		
2011	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	62,00	395,00	0,00

2012	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	10470,46		
2013	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	11102,96		
2014	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	0,00		
2015	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	15,00		
2016	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	50,00		
2017	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	4767,50		
2018	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	20,00		
2019	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	0,00		
2020	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	8239,18		
2021	GO	Não-Metálicos	Rochas Ornamentais - Outras	38624,73		
2010	GO	Não-Metálicos	Saibro	876,00		
2011	GO	Não-Metálicos	Saibro	3648,00		
2012	GO	Não-Metálicos	Saibro	1830,00		
2013	GO	Não-Metálicos	Saibro	320,00		
2014	GO	Não-Metálicos	Saibro	20917,08		
2015	GO	Não-Metálicos	Saibro	31223,56	28655,18	0,00
2016	GO	Não-Metálicos	Saibro	9371,81		
2017	GO	Não-Metálicos	Saibro	8688,73	1388,73	0,00
2018	GO	Não-Metálicos	Saibro	10216,61	0,00	0,00
2019	GO	Não-Metálicos	Saibro	13082,87		
2020	GO	Não-Metálicos	Saibro	9046,89		
2021	GO	Não-Metálicos	Saibro	9181,43		
2010	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	25707,22		
2011	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	41999,92	6000,00	0,00
2012	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	40037,52		
2013	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	7000,00		

2014	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	31899,26	550,00	0,00
2015	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	32266,39	500,00	0,00
2016	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	4706,00	800,00	0,00
2017	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	600,00	600,00	0,00
2018	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	700,00	700,00	0,00
2019	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	6000,00	6000,00	0,00
2020	GO	Não-Metálicos	Talco e outras Cargas Minerais	5000,00	5000,00	0,00
2010	GO	Metálicos	Titânio	59000,00	36829,89	7000,00
2011	GO	Metálicos	Titânio	6156,79	6155,19	1000,00
2012	GO	Metálicos	Titânio	18925,98	18884,44	3600,00
2013	GO	Metálicos	Titânio	28612,82	28607,82	6000,00
2014	GO	Metálicos	Titânio	46523,45	3556,08	2000,00
2015	GO	Metálicos	Titânio	56409,52	45285,70	9700,00
2016	GO	Metálicos	Titânio	0,00		
2017	GO	Metálicos	Titânio	22774,88		
2018	GO	Metálicos	Titânio	278,97		
2019	GO	Metálicos	Titânio	30941,18	11134,37	50,00
2020	GO	Metálicos	Titânio	0,00	0,00	0,00
2021	GO	Metálicos	Titânio	0,00	1076,95	1076,95
2020	GO	Energéticos	Turfa	0,00		
2010	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	172854,65	44413,00	25000,00
2011	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	54499,94	1973,80	0,00
2012	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	60124,84		
2013	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	304495,32	58163,00	55254,85
2014	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	305655,00	54737,42	52000,55
2015	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	341520,00	48896,17	46044,51
2016	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	467377,00	55147,00	51556,93
2017	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	380343,00	52109,00	48705,00
2018	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	53305,00	53305,00	52372,64
2019	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	439549,00	47581,00	44200,00
2020	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	590096,00	53727,00	53727,00

2021	GO	Não-Metálicos	Vermiculita e Perlita	547263,00	64531,00	16500,00
------	----	---------------	--------------------------	-----------	----------	----------

ANEXO B – CFEM POR MINERAL

	Jan/2022	Fev/2022	Mar/2022	Abr/2022	Mai/2022	Jun/2022	Jul/2022	Ago/2022	Set/2022	Out.	Nov.	Dez.	Total.
MINÉRIO DE COBRE	5.712.718,79	1.230.704,28	90.819,64	934.397,30	3.210.439,85	1.157.601,43	2.309.283,01	49.955,45	3.298.476,88	4.230.102,84	5.973.221,07	3.991.426,93	32.189.147,47
COBRE	2.003.120,04	1.274.042,39	201.044,88	4.554.664,63	4.809.115,15	1.962.789,88	3.168.259,59	53.193,96	2.371.864,63	3.838.357,99	3.313.409,70	1.361.381,19	28.911.244,03
MINÉRIO DE NÍQUEL	1.441.283,85	1.243.808,68	1.189.136,35	1.420.535,48	1.380.661,88	1.412.731,64	1.434.979,42	1.340.304,92	1.579.251,69	1.683.494,43	1.521.332,31	1.547.335,84	17.194.856,49
MINÉRIO DE OURO	2.245.996,23	2.750.023,00	1.906.166,48	1.494.900,85	1.199.150,86	1.318.918,89	1.135.389,60	1.556.390,32	1.172.266,02	448.225,28	879.631,93	860.651,12	16.967.710,58
NIÓBIO	1.105.022,38	1.440.236,19	1.219.528,50	1.061.564,61	1.357.130,24	1.262.350,47	1.327.513,09	1.305.821,80	1.341.684,64	1.206.041,15	1.383.241,11	1.223.247,45	15.233.381,63
CALCÁRIO	524.681,56	370.103,47	403.957,49	356.036,75	711.544,99	1.091.042,06	1.366.958,33	1.531.055,95	1.837.955,14	1.783.532,71	1.155.564,98	662.984,03	11.795.417,46
FOSFATO	617.155,81	482.717,92	537.545,04	552.428,61	614.883,37	660.691,70	945.791,81	1.028.117,24	1.043.789,72	1.017.883,67	1.090.211,58	1.183.671,92	9.774.888,39
AMIANTO	479.462,80	615.194,32	605.261,43	758.615,20	999.826,19	842.673,22	827.848,25	717.285,19	590.471,98	796.899,87	722.726,00	623.013,60	8.579.278,05
APATITA	444.014,72	452.166,99	452.602,62	449.903,66	391.858,63	573.728,61	235.050,97	274.641,26	265.075,55	274.099,06	326.598,72	314.982,96	4.454.723,75
DOLOMITO	227.927,90	110.073,35	122.348,60	79.392,37	229.195,28	352.271,71	477.156,22	434.617,60	517.913,79	487.410,23	390.047,05	183.567,73	3.611.921,83
CALCÁRIO DOLOMÍTICO	167.864,45	74.364,59	67.384,06	70.880,39	158.460,64	244.321,60	351.010,56	334.878,93	433.671,69	356.675,81	307.658,14	153.212,48	2.720.383,34
VERMICULITA	128.806,78	135.019,23	121.048,23	116.780,53	83.092,96	128.856,00	118.918,37	151.115,66	117.357,17	205.470,24	246.112,47	152.972,84	1.705.550,48
MINÉRIO DE ALUMÍNIO	25.884,47	96.594,43	91.759,12	80.174,99	65.049,68	55.226,25	82.043,66	230.627,29	167.932,91	304.367,08	206.880,93	252.783,48	1.659.324,29
ÁGUA MINERAL	96.617,25	303.205,25	133.250,31	89.170,41	61.693,34	88.691,41	84.120,00	88.454,84	84.236,65	86.461,38	110.611,23	332.755,20	1.559.267,27
BASALTO	64.796,39	59.512,74	60.974,85	72.856,13	87.739,74	94.596,22	95.137,35	114.698,84	120.379,02	116.826,69	121.126,45	88.876,96	1.097.521,38
BAUXITA	21.839,77	44.708,71	148.444,64	183.131,40	190.317,19	182.094,26	258.608,21	51.014,25	5.533,25	830,21			1.086.521,89
AREIA	67.747,53	100.816,95	114.382,59	51.466,33	38.777,72	58.657,56	79.986,01	86.289,28	101.652,27	113.166,83	96.345,62	79.294,03	988.582,72
GRANITO	76.382,98	57.475,27	36.380,76	89.545,38	61.390,61	68.009,33	87.012,05	93.091,68	83.150,08	86.612,49	85.666,10	93.335,30	918.052,03
OURO										871.923,44			871.923,44
ÁGUA POTÁVEL DE MESA	41.850,47	44.836,48	44.051,48	45.117,58	53.134,51	76.630,12	70.359,51	78.291,51	91.719,71	95.704,83	91.453,65	43.689,92	776.839,77
MINÉRIO DE MANGANÊS	12.318,27	21.233,80	5.711,54	21.026,55	19.805,17	58.251,69	18.215,09	14.400,83	222.253,94	9.491,78	193.357,43	126.768,69	722.834,78
GNAISSE	29.574,83	32.060,25	38.517,83	37.723,01	33.923,91	50.503,31	42.685,74	74.596,09	71.740,56	68.981,88	66.483,77	52.060,88	598.852,06

MICAXISTO	42.569,29	26.886,09	26.379,42	27.706,76	33.956,98	38.348,33	47.933,12	48.570,60	62.345,77	61.017,57	59.213,68	39.365,46	514.293,07
XISTO	11.557,28	26.470,31	26.845,14	32.521,02	16.524,87	35.372,45	20.875,48	78.476,77	76.459,09	47.738,79	48.884,32	17.578,75	439.304,27
MINÉRIO DE NIÓBIO	13.953,13	8.151,81	19.010,19	18.176,41	19.188,13	45.421,62	51.709,39	16.722,86	20.507,50	52.874,03	38.169,63	33.670,61	337.555,31
MINÉRIO DE FERRO	3.187,19	2.234,39	278,46	3.492,49	4.230,57	13.389,39	2.835,46	38.044,89	58.010,50	79.421,94	28.460,92	4.673,17	238.259,37
DIORITO	18.336,85	15.419,09	15.005,79	13.238,60	18.812,47	17.618,56	21.037,24	21.137,83	22.630,63	21.555,98	21.100,87	20.634,78	226.528,69
MÁRMORE	22.680,22	4.413,67	21.651,61	12.857,22	24.721,37	15.385,17	35.018,43	37.905,14	10.483,32	11.213,12	5.932,30	3.298,81	205.560,38
ÁGUAS TERMAIS	17.637,02	18.552,11	23.273,84	11.932,23	12.647,23	13.400,46	17.240,64	23.389,99	18.961,74	21.203,41	9.171,84	8.781,66	196.192,17
CALCÁRIO CALCÍTIPO	7.165,31	6.854,31	1.787,38	6.487,20	11.932,14	15.135,87	30.554,48	23.470,06	29.407,21	20.541,68	25.325,43	17.016,99	195.678,06
QUARTZITO	13.573,12	11.720,81	14.519,48	11.102,52	22.447,54	11.031,67	24.358,00	14.623,68	17.344,52	19.671,30	19.780,78	10.050,66	190.224,08
CALCÁRIO INDUSTRIAL	10.253,84	8.455,92	7.966,33	11.771,93	18.579,31	19.791,84	15.746,29	18.052,89	14.469,09	15.165,01	18.969,59	26.969,94	186.191,98
ARGILA	15.637,81	3.677,24	7.910,93	5.025,49	4.218,95	20.072,18	12.792,73	11.315,66	21.189,19	13.979,48	6.943,24	10.870,15	133.633,05
MANGANÊS	9.556,19	9.570,29	9.582,52	9.601,32	9.621,07	9.646,46	9.675,60	9.709,46	9.749,89	9.791,26	9.837,33	9.892,81	116.234,20
ARENITO	8.649,10	6.177,35	3.799,16	4.808,26	5.383,04	6.323,23	5.976,39	7.433,54	7.883,72	8.853,36	8.597,81		73.884,96
SIENITO	4.372,16	2.538,67	2.620,48	3.724,05	6.875,60	7.826,10	7.857,43	6.794,83	6.771,83	6.042,20	6.321,64	7.421,29	69.166,28
NÍQUEL	3.834,18	3.442,63	1.103,57	2.284,76	2.397,76	2.095,19		34.545,57			8.616,64	673,04	58.993,34
CASCALHO	1.577,66	1.921,97	13.904,99	2.045,85	1.101,34	2.999,83	1.829,06	638,29	3.104,57	797,59	2.098,64	1.209,36	33.229,15
ESMERALDA	1.185,00		3.354,55		1.304,00	830	7.386,00		3.245,60	4.380,00	3.490,00	620	25.795,15
QUARTZO			12.379,32										12.379,32
SILTITO							8.120,73						8.120,73
FILITO	330,5	948,72	1.536,73	96,37	537,93		389,8	425,94		1.331,69	362,24		5.959,92
MINÉRIO DE PRATA		974,81		2.522,17									3.496,98
MINÉRIO DE TITÂNIO								1.597,19		708,23		524,78	2.830,20
MONZONITO			603,82					614,92					1.218,74
SAIBRO				67,37	108,62								175,99
CONGLOMERADO												98,32	98,32

ANEXO B2 – CFEM POR MINERAL (similares somados*)

(*Minerais similares somados, conforme descrito na metodologia)

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total.
MINÉRIO DE COBRE/COBRE	7.715.838,83	2.504.746,67	291.864,52	5.489.061,93	8.019.555,00	3.120.391,31	5.477.542,60	103.149,41	5.670.341,51	8.068.460,83	9.286.630,77	5.352.808,12	61.100.391,50
MINÉRIO DE OURO/OURO	2.245.996,23	2.750.023,00	1.906.166,48	1.494.900,85	1.199.150,86	1.318.918,89	1.135.389,60	1.556.390,32	1.172.266,02	1.320.148,72	879.631,93	860.651,12	17.839.634,02
MINÉRIO DE NÍQUEL/NÍQUEL	1.445.118,03	1.247.251,31	1.190.239,92	1.422.820,24	1.383.059,64	1.414.826,83	1.434.979,42	1.374.850,49	1.579.251,69	1.683.494,43	1.529.948,95	1.548.008,88	17.253.849,83
NIÓBIO/MINÉRIO DE NIÓBIO	1.118.975,51	1.448.388,00	1.238.538,69	1.079.741,02	1.376.318,37	1.307.772,09	1.379.222,48	1.322.544,66	1.362.192,14	1.258.915,18	1.421.410,74	1.256.918,06	15.570.936,94
CALCÁRIO	524.681,56	370.103,47	403.957,49	356.036,75	711.544,99	1.091.042,06	1.366.958,33	1.531.055,95	1.837.955,14	1.783.532,71	1.155.564,98	662.984,03	11.795.417,46
FOSFATO	617.155,81	482.717,92	537.545,04	552.428,61	614.883,37	660.691,70	945.791,81	1.028.117,24	1.043.789,72	1.017.883,67	1.090.211,58	1.183.671,92	9.774.888,39
AMIANTO	479.462,80	615.194,32	605.261,43	758.615,20	999.826,19	842.673,22	827.848,25	717.285,19	590.471,98	796.899,87	722.726,00	623.013,60	8.579.278,05
APATITA	444.014,72	452.166,99	452.602,62	449.903,66	391.858,63	573.728,61	235.050,97	274.641,26	265.075,55	274.099,06	326.598,72	314.982,96	4.454.723,75
DOLOMITO	227.927,90	110.073,35	122.348,60	79.392,37	229.195,28	352.271,71	477.156,22	434.617,60	517.913,79	487.410,23	390.047,05	183.567,73	3.611.921,83
MINÉRIO DE ALUMÍNIO/BAUXITA	47.724,24	141.303,14	240.203,76	263.306,39	255.366,87	237.320,51	340.651,87	281.641,54	173.466,16	305.197,29	206.880,93	252.783,48	2.745.846,18
CALCÁRIO DOLOMÍTICO	167.864,45	74.364,59	67.384,06	70.880,39	158.460,64	244.321,60	351.010,56	334.878,93	433.671,69	356.675,81	307.658,14	153.212,48	2.720.383,34
VERMICULITA	128.806,78	135.019,23	121.048,23	116.780,53	83.092,96	128.856,00	118.918,37	151.115,66	117.357,17	205.470,24	246.112,47	152.972,84	1.705.550,48
ÁGUA MINERAL	96.617,25	303.205,25	133.250,31	89.170,41	61.693,34	88.691,41	84.120,00	88.454,84	84.236,65	86.461,38	110.611,23	332.755,20	1.559.267,27
BASALTO	64.796,39	59.512,74	60.974,85	72.856,13	87.739,74	94.596,22	95.137,35	114.698,84	120.379,02	116.826,69	121.126,45	88.876,96	1.097.521,38
AREIA	67.747,53	100.816,95	114.382,59	51.466,33	38.777,72	58.657,56	79.986,01	86.289,28	101.652,27	113.166,83	96.345,62	79.294,03	988.582,72
GRANITO	76.382,98	57.475,27	36.380,76	89.545,38	61.390,61	68.009,33	87.012,05	93.091,68	83.150,08	86.612,49	85.666,10	93.335,30	918.052,03
MINÉRIO DE MANGANÊS/MANGANÊS	21.874,46	30.804,09	15.294,06	30.627,87	29.426,24	67.898,15	27.890,69	24.110,29	232.003,83	19.283,04	203.194,76	136.661,50	839.068,98
ÁGUA POTÁVEL DE MESA	41.850,47	44.836,48	44.051,48	45.117,58	53.134,51	76.630,12	70.359,51	78.291,51	91.719,71	95.704,83	91.453,65	43.689,92	776.839,77
GNAISSE	29.574,83	32.060,25	38.517,83	37.723,01	33.923,91	50.503,31	42.685,74	74.596,09	71.740,56	68.981,88	66.483,77	52.060,88	598.852,06
MICAXISTO	42.569,29	26.886,09	26.379,42	27.706,76	33.956,98	38.348,33	47.933,12	48.570,60	62.345,77	61.017,57	59.213,68	39.365,46	514.293,07
XISTO	11.557,28	26.470,31	26.845,14	32.521,02	16.524,87	35.372,45	20.875,48	78.476,77	76.459,09	47.738,79	48.884,32	17.578,75	439.304,27

MINÉRIO DE FERRO	3.187,19	2.234,39	278,46	3.492,49	4.230,57	13.389,39	2.835,46	38.044,89	58.010,50	79.421,94	28.460,92	4.673,17	238.259,37
DIORITO	18.336,85	15.419,09	15.005,79	13.238,60	18.812,47	17.618,56	21.037,24	21.137,83	22.630,63	21.555,98	21.100,87	20.634,78	226.528,69
MÁRMORE	22.680,22	4.413,67	21.651,61	12.857,22	24.721,37	15.385,17	35.018,43	37.905,14	10.483,32	11.213,12	5.932,30	3.298,81	205.560,38
ÁGUAS TERMAIS	17.637,02	18.552,11	23.273,84	11.932,23	12.647,23	13.400,46	17.240,64	23.389,99	18.961,74	21.203,41	9.171,84	8.781,66	196.192,17
CALCÁRIO CALCÍTICO	7.165,31	6.854,31	1.787,38	6.487,20	11.932,14	15.135,87	30.554,48	23.470,06	29.407,21	20.541,68	25.325,43	17.016,99	195.678,06
QUARTZITO	13.573,12	11.720,81	14.519,48	11.102,52	22.447,54	11.031,67	24.358,00	14.623,68	17.344,52	19.671,30	19.780,78	10.050,66	190.224,08
CALCÁRIO INDUSTRIAL	10.253,84	8.455,92	7.966,33	11.771,93	18.579,31	19.791,84	15.746,29	18.052,89	14.469,09	15.165,01	18.969,59	26.969,94	186.191,98
ARGILA	15.637,81	3.677,24	7.910,93	5.025,49	4.218,95	20.072,18	12.792,73	11.315,66	21.189,19	13.979,48	6.943,24	10.870,15	133.633,05

**ANEXO C – PESSOAS FÍSICAS OU JURÍDICAS QUE ATUARAM EM GOIÁS
EM 2021**

Arrecadador (Empresa)		Qtde Títulos	Valor		
			Operação	Recolhimento	% Recolhimento
				CFEM	CFEM
1	Mineração Maracá Industria e Comercio Sa	3	3.055.019.575,11	61.100.391,50	1,99%
2	MINERACAO SERRA GRANDE S A	4	886.717.230,17	13.289.548,46	1,49%
3	ANGLO AMERICAN NIQUEL BRASIL LTDA	2	861.665.614,39	17.233.312,28	1,99%
4	Niobras Mineração Ltda	2	652.934.400,64	17.487.970,71	2,67%
5	Sama Sa Minerações Associadas Em Recuperação Judicial	1	428.963.901,83	8.579.278,05	2,00%
6	MOSAIC FERTILIZANTES P&K LTDA.	2	325.238.782,83	6.619.062,41	2,03%
7	PILAR DE GOIAS DESENVOLVIMENTO MINERAL LTDA	2	282.103.026,16	4.233.116,00	1,50%
8	CMOC BRASIL MINERACAO, INDUSTRIA E PARTICIPACOES LTDA.	5	171.607.391,51	4.416.153,69	2,57%
9	Mineração de Calcário Montividiu Ltda.	6	109.172.523,91	2.180.911,13	1,99%
10	BRASIL MINERIOS S/A	2	85.221.563,18	1.705.550,48	2,00%
11	Pirecal Pirenopolis Calcario Ltda	4	77.513.797,43	1.710.420,12	2,20%
12	BRITACAL IND E COM DE BRITA E CALCARIO BRASILIA L	13	77.052.040,45	1.712.678,98	2,22%
13	GOIASCAL MINERAÇÃO E CALCÁRIO LTDA	1	74.126.244,20	1.495.957,95	2,01%
14	JANDAIA CALCARIO AGRICOLA LTDA	5	63.047.241,74	1.222.297,73	1,93%
15	CALCARIO OURO BRANCO LTDA	3	62.003.051,54	1.230.532,13	1,98%
16	MIBASA MINERADORA BARRO ALTO LTDA	1	61.907.406,13	707.332,22	1,14%
17	Copebras Indústria Ltda	2	59.451.801,71	1.277.362,27	2,14%
18	LAFARGEHOLCIM (BRASIL) S.A.	4	54.200.963,61	1.083.529,08	1,99%
19	Terra Goyana Mineradora Ltda	2	51.521.840,03	1.430.188,98	2,77%
20	JOFEGE MINERACAO LTDA	3	45.098.099,32	900.541,67	1,99%
21	CALCILANDIA MINERACAO LTDA	1	36.586.040,33	717.314,76	1,96%
22	CIPLAN CIMENTO PLANALTO S/A	2	35.327.398,38	334.410,23	0,94%
23	VOTORANTIM CIMENTOS S.A.	3	34.069.680,83	687.075,53	2,01%
24	Pedreira Rio Verde Fortaleza Ltda	1	30.575.087,88	288.995,78	0,94%
25	Goyaz Britas Ltda	2	26.191.007,96	242.660,33	0,92%
26	MINERACAO BELOCAL LTDA	1	25.828.316,24	513.939,33	1,98%
27	INTERCEMENT BRASIL S.A.	2	24.889.473,64	498.196,53	2,00%
28	PEDREIRA IZAIRA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	1	24.606.443,72	231.701,05	0,94%
29	BRITAGO MINERACAO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	1	24.314.494,22	226.528,69	0,93%
30	DANTAS MINERIOS LTDA	1	24.005.668,12	215.103,79	0,89%
31	Loguiminas Serviços e Mineração Ltda	1	23.734.649,62	461.133,32	1,94%
32	COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMINIO	2	23.728.651,37	734.178,38	3,09%
33	Rebica Industria e Comercio Ltda	1	22.787.794,29	228.320,78	1,00%

34	BRASIL MANGANES LTDA	2	22.654.713,52	640.645,99	2,82%
35	MINERAÇÃO CORCOVADO DE MINAS LTDA	1	20.669.389,33	205.560,38	0,99%
36	Mineração Bom Jesus Ltda	1	20.425.734,72	179.874,57	0,88%
37	Sarkis Mineração Ltda	1	20.295.175,66	186.191,98	0,91%
38	BRITENG BRITAGEM E CONSTRUÇOES LTDA	1	19.864.179,89	185.065,53	0,93%
39	Mineradora Santo Expedito Ltda	1	19.676.210,62	541.724,82	2,75%
40	MINERADORA AMERICAL LTDA - EPP	3	19.582.188,63	373.998,34	1,90%
41	MINERADORA AFRANIO ROBERTO DE SOUZA LTDA	1	18.568.487,73	206.784,57	1,11%
42	Pedreira Britaminas Fortaleza Ltda	1	17.990.384,15	164.553,50	0,91%
43	MONTE SIAO MINERACAO EIRELI	1	17.516.229,51	171.069,44	0,97%
44	Saúde Indústria e Comércio de Água Mineral Ltda.	1	17.513.970,09	128.627,94	0,73%
45	Mineração Rio do Sal Ltda	2	17.179.088,61	189.383,15	1,10%
46	PEDREIRA SANTA HELENA LTDA	1	16.467.139,50	154.033,45	0,93%
47	BENUNES E BENUNES LTDA	1	15.768.426,26	315.178,98	1,99%
48	STRACTA MINERACAO LTDA	1	14.822.311,17	296.429,25	1,99%
49	LEVANTINA NATURAL STONE BRASIL LTDA	2	14.160.107,19	139.802,21	0,98%
50	Pedreira Goiás Ltda Epp	1	13.930.282,45	126.973,98	0,91%
51	PEDRA BRITADA INDUSTRIA E COMERCIO LIMITADA	1	13.391.454,88	125.037,78	0,93%
52	Elba Calcário Ltda.	2	13.113.049,62	262.089,11	1,99%
53	MARIZA AGUAS MINERAIS LTDA	1	11.882.540,13	85.046,06	0,71%
54	GF GOLD MINERACAO EIRELI	1	11.683.777,92	176.036,83	1,50%
55	BRITAGRAN BRITAS E GRANITOS MINERADORA LTDA	1	11.463.719,37	107.035,31	0,93%
56	EMFOL EMPRESA DE MINERACAO FORMOSA LTDA	1	11.131.594,15	174.449,97	1,56%
57	CABECAL - CALCARIO DE CABECEIRAS MINERACAO LTDA	1	11.108.327,99	213.632,28	1,92%
58	Brita Brasília Ltda	1	9.996.531,06	89.395,23	0,89%
59	Pedreira Hvb Ltda	1	9.724.413,36	88.124,12	0,90%
60	PEDREIRA RIO CLARO LTDA	1	9.599.110,81	90.214,85	0,93%
61	FETZ MINERADORA LTDA.	1	9.252.030,72	86.246,21	0,93%
62	Calcario Uruaçu Ltda	1	9.156.834,02	183.909,05	2,00%
63	PEDREIRA ANAPOLIS LTDA	1	8.390.133,04	101.790,15	1,21%
64	MINERACAO NOVA ESPERANCA LTDA	1	8.140.266,26	81.402,68	1,00%
65	VALEMAR - VALE DO MARANHÃO MINERACAO EIRELI	1	8.036.796,14	238.259,37	2,96%
66	MINERACAO MORRO ESCURO LTDA	1	7.984.518,58	159.348,67	1,99%
67	Mineracao Antonelli Ltda	1	7.938.373,26	73.884,96	0,93%
68	ITAFORTE MINERADORA LTDA	1	7.547.706,97	149.545,22	1,98%
69	RIO QUENTE MINERACAO LTDA	1	7.438.159,00	74.381,59	1,00%
70	Areia Goiás Mineração Ltda	1	7.386.806,62	68.815,40	0,93%
71	CMMS - Cia de Mineração Morada do Sol LTDA	1	7.327.757,82	68.811,22	0,93%
72	CALCARIO SANTA TEREZA LTDA	1	6.730.564,26	135.183,06	2,00%
73	PEDREIRA CAMPO LIMPO LTDA	1	6.432.539,69	61.021,76	0,94%
74	Serra das Caldas Mineração Ltda.	7	6.312.087,20	65.794,24	1,04%

75	CALCARIO RIO VERDE MINERACAO E AGROPECUARIA LTDA	1	6.242.234,85	128.184,37	2,05%
76	CAIAPO INDUSTRIA E COMERCIO DE AGUA MINERAL LTDA	3	5.985.406,50	68.337,82	1,14%
77	Calcario Norte Sul Ltda	1	5.981.467,92	119.880,85	2,00%
78	Empresa Brasileira do Quartzo Ltda.	1	5.901.941,69	55.404,90	0,93%
79	Focal Areia e Cascalho Ltda Me	3	5.601.436,42	63.274,35	1,12%
80	Mineração Mozondó Ltda	1	5.440.643,03	51.684,33	0,94%
81	PEDREIRA ITAUNA LTDA	2	5.433.615,72	60.537,02	1,11%
82	LEMONS CONST. TRANSP. AREIA E CASCALHO LTDA	26	5.217.680,62	47.563,74	0,91%
83	Belo Valle Industria e Comercio Ltda	1	5.065.383,41	40.028,69	0,79%
84	LUCIO CAVALCANTI PARREIRA EIRELI	1	4.924.021,98	40.780,82	0,82%
85	CAMPOS AGRICOLA LTDA	1	4.657.819,20	44.898,51	0,96%
86	BRICCAL INDUSTRIA COMERCIO E MINERACAO LTDA	1	4.579.585,18	41.437,48	0,90%
87	AREIA MENEZES LTDA.	1	4.265.319,36	44.795,78	1,05%
88	MINERACAO FORTALEZA LTDA	2	4.213.763,40	59.651,14	1,41%
89	COOPEDRAS DE PIRENOPOLIS LTDA	3	4.144.713,75	83.295,15	2,00%
90	Dillon S/A DTVM	1	4.022.226,52	60.442,14	1,50%
91	PEDREIRA CATHALÃO LTDA	1	3.988.176,44	38.557,33	0,96%
92	MG MINERACAO GREEN GOLD EIRELI	2	3.712.364,68	37.159,78	1,00%
93	ITACUA INDUSTRIA E COMERCIO DE MINERIOS LTDA	2	3.604.683,54	97.998,97	2,71%
94	MINERAÇÃO & TRANSPORTE NOSSA SENHORA APARECIDA LTDA	8	3.442.756,83	64.831,59	1,88%
95	COMERCIO E ENGARRAFAMENTO DE AGUA MINERAL SARA EIRELI	1	3.265.237,40	26.690,01	0,81%
96	PROFERRO MINERADORA LTDA	1	3.252.562,98	82.188,79	2,52%
97	M2M COMÉRCIO DE MARMORES E GRANITOS LTDA	1	3.230.910,24	49.814,72	1,54%
98	Pedreira Rio Verde Ltda	1	3.144.139,20	29.672,33	0,94%
99	MINERACAO 2M LTDA	1	2.960.915,75	27.544,74	0,93%
100	CAROL DTVM LTDA	2	2.926.079,84	44.256,38	1,51%
101	Mp Mineração Planalto Ltda Me	1	2.923.479,36	51.818,79	1,77%
102	AGUA MINERAL BEIRA DA MATA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	1	2.576.336,88	20.330,24	0,78%
103	MINERADORA CONCHAL LTDA	3	2.528.330,17	25.920,68	1,02%
104	CEFAS MINERACAO EIRELI	1	2.506.004,30	47.344,92	1,88%
105	CATALANA IND E COM DE ARTEFATOS DE CIMENTO E CONST LTDA	5	2.459.082,12	60.701,25	2,46%
106	MISTEL MINERACAO SANTA TEREZINHA LTDA	2	2.453.546,69	54.411,07	2,21%
107	SOMA EMPRESA DE MINERACAO LTDA	8	2.431.254,16	19.291,99	0,79%
108	Joaquim Borges Luiz	1	2.409.497,99	24.369,78	1,01%
109	Hnk Br Industria de Bebidas Ltda	1	2.378.966,51	22.708,58	0,95%
110	MINERACAO CAPA BRANCA LTDA	1	2.371.106,25	46.725,58	1,97%
111	TARCAL TRANSPORTES E MATERIAL DE CONSTRUCAO LTDA	1	2.247.037,48	21.286,58	0,94%

112	ALVORADA EXTRACAO DE AREIA EIRELI	1	2.180.102,59	23.506,89	1,07%
113	Mineração Curimbaba Ltda	1	2.009.718,04	60.291,55	3,00%
114	GVSA MINERADORA LTDA	2	1.853.065,60	21.656,17	1,16%
115	PEDREIRA SERRA AZUL EIRELI	1	1.846.878,00	35.394,81	1,91%
116	SERRA DAS THERMAS MINERACAO LTDA	4	1.760.217,56	16.968,10	0,96%
117	WESLEY JOSE DA SILVA	8	1.700.280,00	32.572,36	1,91%
118	Mineração e Transportes Corumbá Ltda	14	1.630.368,25	15.580,12	0,95%
119	PAINEIRAS MINERACAO LTDA	2	1.622.762,82	100.542,95	6,19%
120	AREIA SAO TOMAZ EIRELI	1	1.598.596,50	22.680,38	1,41%
121	Sida Sociedade Itumbiareense de Dragagem e Areia Ltda.	1	1.593.762,10	29.543,32	1,85%
122	BL-EXTRACAO DE AREIA LTDA	12	1.578.932,80	15.152,61	0,95%
123	PEDREIRA BELA VISTA UNIAO LTDA	2	1.501.539,14	14.490,22	0,96%
124	Mineração Água Quente Ltda	1	1.491.011,64	15.899,37	1,06%
125	SEBA COMERCIO E INDUSTRIA LTDA	9	1.473.050,00	16.900,43	1,14%
126	UNIÃO MINERADORA LTDA ME	1	1.438.719,34	13.823,82	0,96%
127	EXTRACAO DE AREIA E TRANSPORTES PIRACANJUBA LTDA	7	1.387.141,82	13.286,88	0,95%
128	CALCARIO SILVANIA LTDA	1	1.368.875,14	12.795,28	0,93%
129	TURISMO E MINERACAO CALDAS LTDA	2	1.327.101,33	332.675,78	25,06%
130	MENDES AREIA E CASCALHO LTDA	2	1.206.660,00	12.158,60	1,00%
131	MINERACAO NOVO BRASIL GRANITOS EIRELI	1	1.162.959,87	11.825,32	1,01%
132	MINERACAO J. L. BATISTA LTDA	1	1.110.832,77	13.096,15	1,17%
133	Carmo Mineração Industria e Comercio Ltda	1	1.098.715,74	10.873,29	0,98%
134	JOAO LANCISIO BATISTA	1	1.067.844,82	12.760,52	1,19%
135	Sucal Mineração Ltda	3	839.284,93	161.902,66	19,29%
136	Jm Mineração e Transporte Ltda	4	818.406,00	9.905,47	1,21%
137	RINCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E BEBIDAS LTDA	2	716.093,55	8.094,23	1,13%
138	PEDRAS PONTE ALTA LTDA	2	673.747,51	6.688,64	0,99%
139	MINERACAO REZENDE LTDA.	1	651.302,49	7.231,74	1,11%
140	Mineracao & Transportadora Sao Joao Ltda Me	2	646.369,54	13.710,43	2,12%
141	CENTRO CLINICO TERMAS DA SAUDE LTDA	1	615.042,76	6.719,16	1,09%
142	ANTONIA DUTRA CORREA DE PAULA ME	3	606.596,82	7.344,50	1,21%
143	MINERACAO SANDE LTDA	1	605.242,34	6.675,26	1,10%
144	MINERAÇÃO RIO THERMAL LTDA	1	567.602,40	5.867,76	1,03%
145	antonio carlos moreira	1	546.973,00	12.379,32	2,26%
146	ELETRO MINERAÇÃO SÃO SIMÃO LTDA.	2	539.383,40	11.864,43	2,19%
147	ORSEL MINERADORA LTDA	2	496.198,50	21.932,55	4,42%
148	INDAIATUR - INDAIA TURISMO LTDA	1	480.625,00	4.421,45	0,91%
149	PEMAR PEREIRA MARTINS MINERAÇÃO LTDA	1	447.955,36	4.331,39	0,96%
150	MEIRELES MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO LTDA	2	428.880,88	7.983,20	1,86%
151	IVAN VIEIRA DO NASCIMENTO	1	420.882,34	8.421,80	2,00%
152	F. G. MINERACAO E TRANSPORTE LTDA	2	419.711,47	4.086,54	0,97%
153	EMBRAAREIA EMPRESA DE EXTRACAO E COMERCIO DE AREIA EIRELI	2	410.265,26	4.276,76	1,04%
154	JESIEL MORAES MENEZES	1	399.321,96	7.743,18	1,93%

155	Dleon Mineradora Ltda EPP	1	394.547,97	7.616,74	1,93%
156	AREIALTO EXTRACAO COMERCIO E TRANSPORTES DE AREIA LTDA	3	378.568,80	8.937,30	2,36%
157	ANDRADE MINERACAO E TRANSPORTES LTDA	1	372.670,00	3.617,55	0,97%
158	KIOKI EMPREENDIMENTOS E LAZER LTDA	1	362.899,55	3.637,37	1,00%
159	Agropecuaria Olga Ltda Epp	1	362.281,80	7.245,65	2,00%
160	Termas de Goiás Ltda.	1	358.863,18	3.639,28	1,01%
161	Mineração Curral de Pedra Ltda	1	340.576,10	6.348,32	1,86%
162	A. R. T. AREIAS RIO TESOURAS LTDA	1	331.577,65	6.031,08	1,81%
163	MINERADORA PAMWILL LTDA	1	324.803,28	3.294,12	1,01%
164	J R EXTRACAO E COMERCIO DE AREIA LTDA	1	323.545,20	3.932,33	1,21%
165	CIA. MELHORAMENTOS DE CALDAS NOVAS	2	313.920,00	3.145,58	1,00%
166	ARMAZEM DA AREIA LTDA	2	312.977,89	6.076,54	1,94%
167	Areia São Jose Extração, Comércio e Transporte Ltda Me	2	296.975,00	4.061,85	1,36%
168	DLS EXTRACAO E COMERCIO DE AREIA E CASCALHO LTDA	1	293.987,00	6.368,84	2,16%
169	COMERCIAL DE AREIA TOSTA & PRADO LTDA	1	293.492,23	5.735,56	1,95%
170	TRANSZERO TRANSPORTADORA DE VEICULOS LTDA	3	293.266,40	7.173,91	2,44%
171	MINERADORA ARCADAS LTDA	1	265.938,00	2.663,19	1,00%
172	NELSON CURADO BERQUO	3	257.420,00	2.535,57	0,98%
173	DAVID DINIZ GONCALVES DA SILVA	1	253.692,98	5.087,19	2,00%
174	Distribuidora de Areia Rio Piloes Ltda Me	1	245.834,00	2.458,34	1,00%
175	COPEM - MINERACAO E TRANSPORTE LTDA	1	237.845,00	2.735,04	1,14%
176	AGUA DA VIDA MINERACAO LTDA	1	233.415,80	1.852,16	0,79%
177	PENA - PEREIRA NAVES CONSTRUÇÕES LTDA	1	232.276,56	2.245,87	0,96%
178	Nova Piratininga Empreendimentos, Participacoes e Incorporacoes Ltda	5	230.290,00	4.679,62	2,03%
179	Politec Mineração Ltda.	2	226.855,61	2.200,16	0,96%
180	JUSTINA DIAS DOS SANTOS - TRANSBRITA	1	226.234,35	2.160,75	0,95%
181	Construtora Triunfo Sa	2	221.746,09	2.523,21	1,13%
182	MINERACAO THERMAS PARANOIA LTDA	1	218.707,00	2.777,01	1,26%
183	Mineração Rlrj Ltda Me	1	214.893,12	2.559,83	1,19%
184	Shaftz Participações Ltda	1	203.500,00	4.070,00	2,00%
185	ZANATA GEMAS E JOIAS EIRELI	1	192.700,07	3.854,00	1,99%
186	AREIA FORTE MINERACAO LTDA	1	187.556,00	3.669,96	1,95%
187	HIDROMIGO MINERACAO LTDA	1	182.315,00	1.802,74	0,98%
188	ERSPINDOLA MINERACAO LTDA	1	181.807,99	2.064,52	1,13%
189	AFC MINERAÇÃO E TRANSPORTADORA - EIRELI	1	179.830,00	2.168,33	1,20%
190	BELCHIOR DE SOUZA	1	178.948,00	2.120,35	1,18%
191	Metais de Goiás S A Metago Empresa Em Liquidação	2	170.345,02	2.830,20	1,66%
192	DIVINO CARLOS MARQUES FERNANDES	3	166.263,52	2.013,37	1,21%
193	ELIAS MOREIRA LIMA	1	165.000,02	2.012,59	1,21%
194	Danilo Resende Ferreira	1	158.321,00	1.937,05	1,22%
195	NATALIA ANDRADE RIBEIRO NR MINERAÇÃO	1	151.916,30	2.983,66	1,96%

196	EBCBM LTDA	8	146.822,34	2.815,68	1,91%
197	Junior Narciso de Moraes	1	144.000,00	3.346,20	2,32%
198	CERAMICA BARREIRAO LTDA	1	142.220,00	1.727,31	1,21%
199	MINERADORA Q-LIGA EIRELI	1	140.142,90	2.812,58	2,00%
200	Tm Extração e Comercio de Minerais Ltda	1	138.499,74	1.644,11	1,18%
201	MARIA LUCIA DE SOUZA SIQUEIRA	1	133.286,80	3.276,95	2,45%
202	N S A MINERACAO AGUA D'MINA LTDA	1	128.070,70	1.280,71	1,00%
203	GUIDONI ORNAMENTAL ROCKS LTDA	1	127.115,47	1.275,53	1,00%
204	GIRLENE LEITE ORTIZ DE CAMARGO	1	126.000,00	1.549,34	1,22%
205	EDUARDO VILELA DA SILVA	1	126.000,00	1.549,36	1,22%
206	FRANCISCO PEREIRA NETO	1	122.064,43	2.450,59	2,00%
207	S & J MINERACAO DE GRANITOS DO BRASIL LTDA	1	121.873,91	1.218,74	1,00%
208	SERRA NEGRA MINERACAO DO BRASIL LTDA	2	120.820,20	2.400,27	1,98%
209	EMAC TRANSPORTES LTDA	1	119.459,64	2.139,08	1,79%
210	J.L. AREIA E CASCALHO LTDA	1	117.754,05	1.153,49	0,97%
211	ANA LUCIA DE OLIVEIRA PORTO	1	117.448,60	2.398,39	2,04%
212	ASSOCIACAO DAS INDUSTRIAS DE CERAMICA DO ESTADO DE GOIAS	1	114.875,20	2.305,74	2,00%
213	Porto Rico Extração de Areia Ltda	1	112.310,00	1.305,30	1,16%
214	Gonçalves e Almeida Ltda Me	1	111.622,00	1.364,33	1,22%
215	STEIN- COMERCIO DE PEDRAS BRASILEIRAS E SERVICOS LTDA	1	110.500,00	2.230,55	2,01%
216	CERAMICA SOLIMÕES LTDA	1	110.000,00	2.239,09	2,03%
217	BRASIL EXTRACAO E COMERCIO DE AREIA LTDA	1	107.395,00	1.254,91	1,16%
218	Mb Comercio e Transporte de Areia Ltda Mem	1	103.022,50	1.244,91	1,20%
219	CRISTAL DISTRIBUIDORA LTDA	1	102.741,26	1.260,20	1,22%
220	GERALDO ALA	1	100.800,00	1.179,06	1,16%
221	MINASTERMAS MINERADORA DAS TERMAS LTDA	2	94.206,00	21.265,11	22,57%
222	APB MINERACAO EIRELI	1	94.125,09	1.830,47	1,94%
223	JFM AREIAS CAIAPO LTDA ME	1	93.648,58	2.392,82	2,55%
224	CONCREMAX MATERIAIS LTDA	2	93.485,64	2.189,56	2,34%
225	Lucas Antonio Ferreira Santos	1	90.000,04	1.800,00	1,99%
226	GUARANI BLACK MARBLE LTDA	2	88.835,70	1.784,76	2,00%
227	OLARIA TRIUNFO LTDA	1	84.000,00	1.680,00	2,00%
228	MINERACAO FELIX LTDA.	1	81.367,60	959,22	1,17%
229	REMA CIMENTOS EIRELI	1	80.000,04	1.600,00	1,99%
230	NAZIRA BEZE DE SOUZA	1	77.976,00	1.559,52	2,00%
231	WILTON BATISTA DA SILVA	1	77.937,60	942,94	1,20%
232	ASSUNCAO LOCACOES DE MAQUINAS EIRELI	1	73.048,00	1.626,56	2,22%
233	Cerâmica Gonçalves Oliveira Ltda Epp	1	72.000,00	1.504,05	2,08%
234	MINERACAO DOMA LTDA	3	71.309,00	1.429,70	2,00%
235	Ricardo Cruvinel Câmara	6	69.030,00	1.237,31	1,79%
236	MARCELO AMERICO DANTAS	1	65.060,00	786,97	1,20%
237	DUNAS AREIAS LTDA	2	64.741,00	752,35	1,16%
238	Alice Teles Gomes	1	62.755,00	1.166,10	1,85%

239	LEANDRO CAIXETA DE SOUZA	1	61.120,08	749,84	1,22%
240	ARQUIMEDES & FIGUEIREDO LTDA	1	59.849,00	1.203,25	2,01%
241	LUCIMEIRE ALVES SOUZA	1	57.848,00	691,46	1,19%
242	AREIAL ELDORADO LTDA	1	56.700,00	695,52	1,22%
243	JCA MINERADORA, CONSTRUTORA E EMPREENHIMENTOS IMOBILIARIOS EIRELI	1	53.200,08	638,58	1,20%
244	Mineração Pedra Viva Eireli EPP	1	52.639,24	515,5	0,97%
245	MINERADORA GLOBAL LTDA	1	51.200,08	1.024,00	1,99%
246	VALDEMIRO JOSE DIAS	1	50.610,00	1.012,20	2,00%
247	MINERACAO SANT'ANA EIRELI	1	49.780,00	1.070,63	2,15%
248	Antonio Carlos Bento	1	48.000,00	480	1,00%
249	JOSE DE CAMPOS AMARAL	2	47.290,01	557,01	1,17%
250	SYLVIO ROBERTO PEREIRA BARBOSA EIRELI	2	47.220,00	944,4	2,00%
251	GILVANA ARANTES ATAIDES VIEIRA PETRUSCKE	1	46.739,58	576,41	1,23%
252	MINASGOIAS MINERACAO BERGAMO LTDA	30	45.823,29	360,81	0,78%
253	Indústria de Água Mineral Cristal Azul Ltda.	1	43.758,21	430,8	0,98%
254	romulo martins gomes	1	39.312,00	481,61	1,22%
255	NILTON CESAR DA SILVA	4	37.787,59	463,51	1,22%
256	A7 MINERAL MINERACAO EXPORTADORA LTDA ME	1	37.500,06	750	1,99%
257	BENILSON MACEDO GUIMARAES	2	35.880,00	865	2,41%
258	JOIAS E GEMAS CAMPOS VERDES	1	31.600,02	632	1,99%
259	Oliveira e Conti Ltda Me	1	31.140,00	369,41	1,18%
260	PEDRO FRANKLIN NEVES	1	31.050,02	621	1,99%
261	D LIGA FILITO MINERADORA LTDA	1	30.600,00	748,95	2,44%
262	FELIPE SOUSA FERREIRA	1	30.000,01	600	1,99%
263	JOAO CORDEIRO VASCO	1	29.375,00	587,8	2,00%
264	JOSE OLAVO NOGUEIRA	1	29.000,00	355,78	1,22%
265	Jose João Silva	1	28.896,76	622,99	2,15%
266	NOVA ERA EXTRACAO E TRANSPORTES DE AREIA LTDA	1	28.700,00	337,93	1,17%
267	BICUDO'S PRESTADORA DE SERVICOS LTDA	2	28.222,90	568,83	2,01%
268	SAULO JOSE DUARTE	1	27.500,02	550	1,99%
269	CASCALHEIRA SALINA LTDA	1	27.250,00	538,62	1,97%
270	MENEZES ASSIS MATERIAIS PARA CONSTRUCAO LTDA	1	27.170,00	319,07	1,17%
271	Guilhermino Gomes Meireles Me	1	27.125,00	271,22	0,99%
272	Gilmar Arantes Ataides	1	26.528,98	362,66	1,36%
273	EDER FELIX GOUVEA	1	25.900,00	304,99	1,17%
274	AREEIRA CRISTAL LTDA	1	25.840,00	506,57	1,96%
275	GILBERTO BARBOSA AVELAR	1	25.700,00	302,38	1,17%
276	Lagoa Empreendimentos Ltda	1	25.606,00	362,55	1,41%
277	ANISIO SANCHES D ABADIA	1	25.500,00	300,58	1,17%
278	Cal Mineradora de Cascalho e Areia Ltda	1	24.559,50	301,88	1,22%
279	Edna Souza Braga	1	24.000,00	594,21	2,47%
280	Wagney e Joice Ltda	1	24.000,00	240	1,00%
281	JALIM MINERACAO LTDA	1	23.920,00	239,2	1,00%

282	yara simone de sousa	1	23.000,01	460	1,99%
283	Marília Nize Mattoso Cardozo	3	21.180,00	267,05	1,26%
284	GOIASA GOIATUBA ALCOOL LTDA	2	20.029,38	247,1	1,23%
285	CECILIA SANTOS DA SILVA	1	20.000,02	400	1,99%
286	BRAZILIAN CRYSTALS EIRELI	1	20.000,01	400	1,99%
287	GERSON CARVALHO GARCIA BORGES	1	20.000,01	400	1,99%
288	Reviver Investimentos & Participações S/A	1	20.000,01	400	1,99%
289	Mineradora Santa Barbara Ltda Me	1	20.000,00	405,69	2,02%
290	EDVAN RODRIGUES DOS SANTOS	1	19.750,01	395	1,99%
291	CLEMON JOSE BUENO	1	19.426,55	383,67	1,97%
292	Construforte Construções Ferreira Maia Ltda	1	19.370,00	225,37	1,16%
293	ANA PAULA LACERDA DE PAULA ALMEIDA	2	19.132,36	390,96	2,04%
294	CARLOS ROBERTO SILVA	1	18.000,01	360	1,99%
295	Mineração Gnb Ltda	1	17.991,00	355,06	1,97%
296	MINERACAO SUDOESTE E TRANSPORTADORA JUNIOR LTDA	1	17.550,00	215,15	1,22%
297	DONIZETE GONCALVES DOS SANTOS	1	17.500,02	350	1,99%
298	Kananxuê Thermas Mineração Ltda.	1	17.221,00	172,92	1,00%
299	Werlon Alves Cordeiro Me	1	17.152,50	210,08	1,22%
300	WELSON ALBUQUERQUE RIBEIRO BORGES	1	16.200,00	197,53	1,21%
301	AGROSIG ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE EIRELI	1	16.000,02	320	1,99%
302	MARCOS PAULO FERREIRA	2	15.430,00	352,04	2,28%
303	Areia Periquitos Ltda Me	1	15.061,82	301,23	1,99%
304	DANYELLE CAMARGO DUQUE	1	15.000,01	300	1,99%
305	MAURICIO OLIVEIRA XAVIER	1	15.000,01	300	1,99%
306	ROSÂNGELA DE QUEIROZ OLIVEIRA	1	15.000,01	300	1,99%
307	SEBASTIAO MARCIO MARIANO SOUSA CALZADA	1	15.000,00	300	2,00%
308	Jll Mineração Ltda Me	1	15.000,00	169,45	1,12%
309	ORLANDO VERAS MACEDO	1	14.500,00	369,6	2,54%
310	CATARINO VIEIRA DOS SANTOS	1	14.456,75	175,58	1,21%
311	DAL PIVA & DAL PIVA LTDA	1	14.325,00	284,11	1,98%
312	ARILDO PEREIRA DUARTE	1	14.306,00	143,06	1,00%
313	DARA ARTEFATOS DE CIMENTO LTDA.	1	14.300,00	175,18	1,22%
314	CASCALHEIRA SÃO PAULO EIRELI ME	1	13.730,00	274,6	2,00%
315	Joaquim Pereira da silva	1	13.100,00	319,43	2,43%
316	CELSON JOSE ALVES	1	13.000,01	260	1,99%
317	ARERRIOS MINERACAO E TRANSPORTE LTDA	1	12.880,00	157,84	1,22%
318	ROSANGELA DE QUEIROZ OLIVEIRA	1	12.600,01	252	1,99%
319	DORNELES E HAAB COMERCIO DE PEDRAS PRECIOSAS LTDA	1	12.500,00	250	2,00%
320	ALMIR LUIZ BRAGA JUNIOR	1	11.600,03	232	1,99%
321	WILTON MOREIRA DA COSTA	1	10.500,01	210	1,99%
322	Minerpal Mineração e Comércio Ltda	1	10.380,00	96,86	0,93%
323	KALIL NESSRALLA NETTO	1	10.240,00	119,99	1,17%
324	FL DE SOUZA ASSESSORIA CONTABIL	1	10.080,01	201,6	1,99%
325	JUVERCINO VIEIRA DUARTE	1	10.000,02	200	1,99%
326	HUGO PEREIRA DE JESUS	1	10.000,02	200	1,99%

327	WELTON BRAZ DA SILVA	1	10.000,01	200	1,99%
328	RIBEIRO PAIVA AREIA EIRELI	2	10.000,00	192	1,92%
329	N Green Minerais Ltda	1	10.000,00	200	2,00%
330	CERAMICA SANTA BARBARA EIRELI	1	10.000,00	117,92	1,17%
331	MINERACAO CORCOVADO DE MINAS LTDA	1	9.831,60	98,32	1,00%
332	OURO 7 MINERACAO LTDA	1	9.828,00	241,33	2,45%
333	JUAREZ CORREIA RAMOS	1	9.600,03	192	1,99%
334	MARIA APARECIDA GONCALVES RIBEIRO	1	9.400,04	188	1,99%
335	MINERACAO AT LTDA	1	8.000,00	80	1,00%
336	Haroldo Naves Soares	1	8.000,00	160	2,00%
337	Affonso Soares de Gouvea	1	8.000,00	85,56	1,06%
338	DONIVALDO MOREIRA DA COSTA	1	7.500,01	150	1,99%
339	CERAMICA 3 IRMAOS EIRELI	1	7.500,00	91,84	1,22%
340	BRUNO HENRIQUE VENTURINI FERNANDES	1	6.600,01	132	1,99%
341	MARINON MARCELINO DA SILVA	1	6.435,00	143,6	2,23%
342	thais barbosa rocha	1	6.280,00	125,6	2,00%
343	CARLOS ROBERTO PEREIRA DOS SANTOS	1	6.000,02	120	1,99%
344	CELEIDA QUEIROZ CAPUZZO	1	5.758,56	141,18	2,45%
345	CERAMICA SOLAR LTDA	1	5.148,00	103,45	2,00%
346	Fernando Xible	1	5.000,00	100	2,00%
347	Gilmar Francisco de Oliveira	1	4.950,01	99	1,99%
348	Elecio Guimaraes Junnior	1	4.950,00	60,78	1,22%
349	Areial JI Ltda Me	1	4.872,00	52,6	1,07%
350	PAIS E FILHOS AREIA LTDA	1	4.600,00	52,97	1,15%
351	Ronaldo Gonçalves Peixoto Sobrinho	1	4.500,00	56,56	1,25%
352	OLAF WINKING	1	4.350,30	53,63	1,23%
353	ALEX SANDRO RIBEIRO DE ALMEIDA	1	4.000,01	80	1,99%
354	Pedra Ferro Mineração Ltda.	1	4.000,00	80	2,00%
355	JOSE RENE DOS SANTOS REIS	1	3.600,02	72	1,99%
356	MARCOS INACIO DA SILVA	1	3.066,00	35,98	1,17%
357	ARESTINO VIEIRA DUARTE	1	3.000,01	60	1,99%
358	ROMAO CONCEICAO GALVAO	1	3.000,01	60	1,99%
359	SIDDLEY PIMENTEL DA CUNHA	1	3.000,01	60	1,99%
360	Nildete Martins Resende Vilela	1	2.726,00	54,78	2,00%
361	JOSE NUNES DE QUEIROZ	1	2.400,00	59,31	2,47%
362	WALTER NUNES DE SOUZA	1	2.000,00	53,09	2,65%
363	GENOR SOARES DE RESENDE	1	1.300,00	31,11	2,39%
364	ANTONIO RODRIGUES DA SILVA	1	980	9,8	1,00%
365	Narae Mineradora Ltda.	1	770	18,38	2,38%
366	MINERADORA MARA LTDA	1	0	206.069,30	0,00%
367	Marlin Blue Stone Ltda.	2	0	9.993,33	0,00%
368	Mineração Brasília Ltda	2	0	5.846,99	0,00%
369	GOYA INDUSTRIA E COMERCIO DE AGUA MINERAL LTDA	2	0	102.967,74	0,00%
370	AREAL RM COMERCIO DE MATERIAL PARA CONSTRUCAO EIRELI	1	0	7.010,86	0,00%
371	AGUA NINA INDUSTRIA DE BEBIDAS LTDA.	2	0	7.649,27	0,00%

372	AGUAS DE CALDAS-NOVAS COLONIA DO SESC LTDA	1	0	92.288,16	0,00%
373	BRASILIA MINERACAO LTDA	1	0	16.693,27	0,00%
374	Engebrita Calcário Ltda	2	0	23.775,19	0,00%
375	DOMUS AUREA MINERACAO LTDA	1	0	33.382,87	0,00%
376	CECRISA REVESTIMENTOS CERAMICOS S.A	2	0	16.285,63	0,00%
377	CHRYSTALINO MINERAIS E REFRIGERANTES LTDA	2	0	468.037,06	0,00%
378	CNB MINERAÇÕES LTDA	1	0	116.234,20	0,00%
379	SAO PEDRO MINERACAO E INDUSTRIA LTDA	1	0	1.011,49	0,00%
380	Rochas Empreendimentos Imobiliários Ltda Me	1	0	12.473,73	0,00%
381	PENEDO E MARTINS COMERCIO DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO E PRESTAÇÃO DE SERVIÇO LTDA	1	0	43.224,95	0,00%