

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Engenharia Inversa

A (Des)construção do Porto Office Park



Projeto FEUP 2024/25 - L.EMG

Coordenação

Geral: Manuel Firmino e Sara Ferreira

De curso: Joana Duarte

Equipa 3

Supervisor: Joana Duarte

Monitor: Vasco Reis

Estudantes & Autores

Bernardo Lousada up202405784@up.pt

Salvador Amorim up202407701@up.pt

Guilherme Castelo-Branco up202409344@up.pt

Tiago Aibéo up202407239@up.pt

Paulo Cusso up202405707@up.pt

Resumo

Neste relatório são explorados diversos temas relacionados com a mineração e o uso de materiais extraídos da crosta terrestre, destacando as suas evoluções desde métodos manuais antigos até tecnologias modernas, exemplificando o Porto Office Park como um caso prático.

Discute-se a extração e aplicação de materiais como o alumínio, argila, quartzo, betão, gesso, feldspato e berílio. Para cada recurso mineral foram abordadas as suas características, métodos de extração e principais países produtores. A extração envolve técnicas modernas para maximizar a eficiência e minimizar impactos ambientais.

A Austrália é o maior produtor de alumínio a nível mundial, os Estados Unidos e a China são os maiores produtores de gesso e argila, respetivamente, já a Turquia é a maior produtora de feldspato e de cobre é o Chile.

Não menos importante, são abordados os impactes ambientais relacionados com a mineração. Dentro desses impactes existe a deflorestação e perda de biodiversidade, a poluição das águas, ar e solo e a saúde.

Em suma, foi possível a análise de algumas das principais necessidades, em termos de matéria-prima, na construção do Porto Office Park e foi clara a diferença da dimensão da exploração mineira entre países.

Palavras-Chave: mineração, extração, tecnologia, sustentabilidade, impactes ambientais

Índice

1. Introdução	5
2. Porto Office Park	7
2.1 Alumínio	7
2.1.1 Extração	7
2.1.2 Países produtores	8
2.2 Argila	8
2.2.1 Extração	8
2.2.2 Países produtores	9
2.3 Quartzo	9
2.3.1 Extração	9
2.3.2 Países produtores	10
2.4 Calcite	10
2.4.1 Extração	11
2.4.2 Países produtores	11
2.5 Gesso	11
2.5.1 Extração	11
2.5.2 Países produtores	12
2.6 Feldspato	12
2.6.1 Extração	12
2.6.2 Países produtores	13
2.7. Cobre	13
2.7.1. Extração	13
2.7.2. Países produtores	13
3. Impactes ambientais	15
4. Conclusão	16
5. Referências bibliográficas	17

Lista de figuras

Figura 1. SmartROC D50.....	5
Figura 2. Dumper.....	5
Figura 3. Porto Office Park	7
Figura 4. Maiores produtores de alumínio.....	8
Figura 5. Extração mecânica de argila.....	9
Figura 6. Maiores produtores de quartzo	10
Figura 7. Mineral calcite.....	11
Figura 8. Processo de extração do gipso.....	12
Figura 9. Países que apresentam as maiores reservas de cobre.....	14

1. Introdução

A mineração envolve a extração de materiais da crosta terrestre.

Esta é uma prática que remonta às civilizações mais antigas, nomeadamente a época romana. Contudo as suas técnicas evoluíram significativamente ao longo dos séculos.

Na antiguidade era comum o uso de técnicas de exploração manual, como o uso de picaretas e o transporte da inteira responsabilidade da força humana. Atualmente recorre-se a equipamentos modernos de perfuração como o ROC (figura 1) e de transporte, como o Dumper (figura 2).



Figura 1. SmartROC D50



Figura 2. Dumper

Atualmente a mineração enfrenta desafios complexos como a sustentabilidade ambiental, a conservação de recursos e os direitos das comunidades locais. Assim, a discussão sobre os recursos minerais ou geológicos extraídos não se limita apenas à sua exploração, mas também abrange questões sociais, económicas e ambientais que são cruciais para um futuro sustentável, medidas defendidas pela ODS 12.

A presença de uma grande quantidade de recursos geológicos em áreas urbanas revela a importância fulcral da sua exploração. A mineração é, nada mais, nada menos que a técnica associada à extração dos recursos minerais da crosta para a sua utilização.

Os recursos minerais têm uma grande importância ambiental, social e económica. Eles são indispensáveis em diversas áreas, como por exemplo a produção de energia.

As áreas que são mais afetadas pelo uso dos recursos minerais são: a tecnologia, o comércio, o desenvolvimento económico e a sustentabilidade, pois, por exemplo, o uso intensivo de recursos minerais pode prejudicar setores como a agricultura e o turismo em regiões afetadas pela mineração, podendo sofrer quando os recursos se esgotam ou quando os preços dos minerais caem no mercado global.

Eles podem ser classificados em três tipos: metálicos, não metálicos e energéticos,

consoante as suas propriedades físicas e químicas (Jorge, 2010). Dentro dos minerais metálicos existe o ferro, alumínio e cobre, utilizados por exemplo na fabricação de máquinas e geração de energia. Dentro dos minerais não metálicos estão englobados: o gesso, a argila, a sílica, que são usados na construção civil e na fabricação do vidro. Por fim, e não menos importante, também existem os minerais energéticos, que tal como o nome indica, são usados na produção de energia. Alguns destes minerais são o carvão, o lítio, o níquel.

2. Porto Office Park

A figura 3 ilustra o local que foi escolhido para abordar neste trabalho. Este edifício, cujo nome é Porto Office Park, foi contruído em 2020 e é um dos parques de escritórios mais modernos em Portugal.



Figura 3. Porto Office Park

2.1 Alumínio

O alumínio é encontrado na natureza e costuma aparecer combinado com o oxigénio e o ferro. Desta forma é um dos materiais mais flexíveis utilizados na engenharia. As suas principais características são a sua excelente resistência à corrosão atmosférica e a sua capacidade ambiental de ser reciclado infinitamente. A obtenção do alumínio começa com a extração de bauxite o minério de onde ele é derivado (Geologyscience, 2023).

No edifício, o alumínio é amplamente utilizado na parte exterior, representado na figura por essa cor mais escura.

2.1.1 Extração

A bauxite é extraída em minas a céu aberto. Contudo, para a exploração desses depósitos

é essencial que as reservas possuam um teor mínimo de 30% de alumina.

O alumínio é o metal mais abundante da crosta terrestre. Um aspecto importante é que 95% da bauxite extraída é destinada à produção de alumínio metálico. Depois desses processos ela passa por outro processo que engloba a britagem, a moagem e só depois a separação cujo objetivo é distinguir o que é o útil e não útil, eliminando os estéreis.

Por fim, o processo de obtenção deste mineral envolve dois processos, conhecidos por Bayer e Hall-Héroult (Elizabeth, 2012). O processo Bayer foi desenvolvido em 1888 e é utilizado para a extração de alumina a partir da bauxite. Já o processo Hall-Héroult consiste na dissolução da alumina em criolite fundida (Victor, s.d.).

2.1.2 Países produtores

A Austrália é o país que mais produz bauxite no mundo, devido às suas grandes reservas e um grande avanço em operações de mineração. Não descartando a China que também é um dos maiores produtores mundiais. Uma pequena curiosidade, a Guiné possui uma elevada qualidade de bauxite pois apresenta um grande teor de alumina (Mordor Intelligence, 2024).

Na figura 4, está presente o mercado mundial da bauxite que pode confirmar a informação escrita acima.



Figura 4. Maiores produtores de alumínio

2.2 Argila

A Argila é uma rocha sedimentar formada principalmente por silicatos de alumínio. Neste edifício está presente nas telhas.

Quando na sua constituição possui óxidos de ferro, a argila ganha uma cor avermelhada; já quando engloba matéria orgânica, adquire tonalidades mais escuras, e quando é rica em caulino, adquire uma cor branca (Vitor, 2021).

A argila tem aplicabilidades na cerâmica e na construção civil, dado a sua maleabilidade quando misturada com água (Vitor, 2021).

2.2.1 Extração

A exploração da argila é tipicamente feita em pedreiras, através da sua extração

mecânica, com o auxílio de maquinaria pesada como retroescavadoras, usadas para fazer a remoção do recurso.

De seguida, a argila é transportada em camiões para o local onde será processada. Também é secada, para reduzir o seu teor de humidade, e assim por consequência o seu volume, facilitando o seu transporte e principalmente a sua trabalhabilidade.

Para obter uma granulometria fina e, ou uniforme, poderá sofrer moagem e peneiramento.



Figura 5. Extração mecânica de argila

2.2.2 Países produtores

As principais fontes mundiais de argila são a China (minas de Jiangxi e Guangdong) e os Estados Unidos da América (minas de Macom e Andersonville). No entanto, a mina de Barqueiros em Barcelos e a mina de Bombarral em Torres Vedras, são alguns dos exemplos de exploração deste recurso em Portugal (MIBAL, s.d.).

2.3 Quartzo

O quartzo (SiO_2) é o segundo mineral não metálico mais abundante no planeta Terra. O quartzo tem a funcionalidade de estar presente nas tintas para a pintura do edifício, em porcelanas e em louças sanitárias.

Na sua composição contém sílica e oxigénio. As suas propriedades físicas variam consoante as impurezas que podem estar presentes, como por exemplo, impurezas de lítio, sódio, potássio, alumínio e magnésio.

Há uma grande variedade de formas de quartzo, quartzo hialino (incolor), quartzo ametista (cor roxa/ violeta), quartzo róseo (cor avermelhada ou rosa), quartzo fumado (cor castanha ou quase negro) e o quartzo leitoso (cor branco leitoso) (Instituto de Geociências, 2024).

2.3.1 Extração

Tal como nos outros minerais e rochas, o processo de extração começa pela prospeção e avaliação da mina ou pedreira. São utilizadas máquinas de grande porte para a sua extração, podendo ocorrer a céu aberto e subterrâneo.

Em céu aberto são utilizados explosivos para fragmentar e libertar o maciço rochoso que contém o quartzo, no caso de depósitos de rochas menos duras podem ser utilizadas

máquinas de corte (QUARPOR, 2021). Quando extraída utilizam-se camiões para o passo seguinte; o processo de fragmentação serve para separar o quartzo de outros minerais e resíduos. Quando separada dá-se a classificação, lavagem e purificação.

A classificação é utilizada para classificar de acordo com o tamanho, já a lavagem para lavar com água e remover impurezas.

Por último a purificação, que utiliza lixiviação ácida para remover certas impurezas, como por exemplo o ferro.

2.3.2 Países produtores

As principais fontes de quartzo internacionais são, a mina de Coleman (Arkansas, EUA) e a mina de Minas Gerais (Brasil), como pode ser comprovado na figura 6. A nível nacional as principais fontes de quartzo são a mina de Panasqueira (Covilhã), na qual o quartzo, não sendo o principal mineral da extração, mas sim a volframite, acaba por ser extraído como subproduto, a mina no Monte de Santa Luzia (Viseu), que é atualmente um museu, mas já foi um dos principais locais de extração e na Região de Alpendurada (Marco de Canaveses).

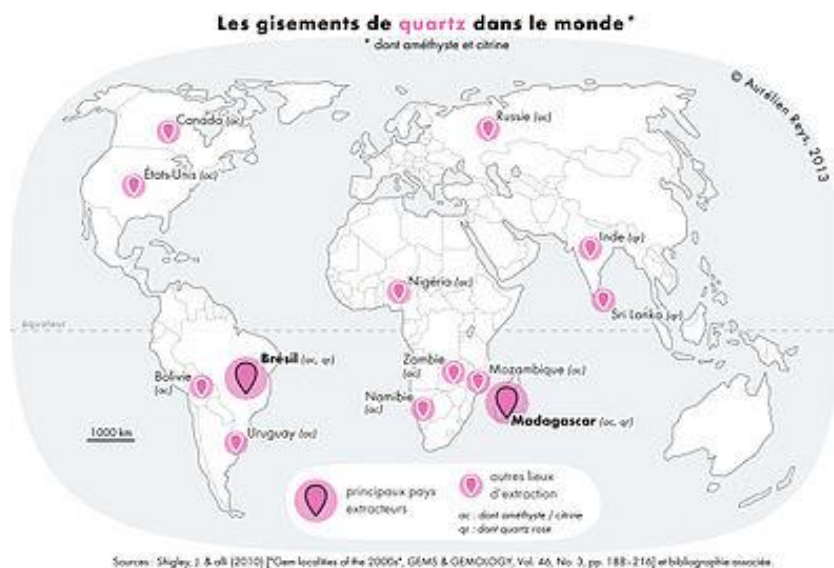


Figura 6. Maiores produtores de quartzo

2.4 Calcite

A calcite é um dos minerais mais comuns na crosta terrestre, sendo composta por carbonato de cálcio. É um mineral muito versátil, presente em diferentes ambientes geológicos, com aplicações importantes em várias indústrias (Mindat, 2024).

Na construção civil é utilizado na produção de cimento, que depois é usado para a construção do Porto Office Park. O calcário é composto por calcite, um material amplamente usados em revestimentos. Desta forma, é possível construir infraestruturas resilientes, e promover a industrialização, normas defendidas pela ONU na ODS 9.



Figura 7. Mineral calcite

2.4.1 Extração

A extração da calcite ocorre principalmente através da mineração do calcário, que é a fonte primária.

A mineração a céu aberto é a mais comum, especialmente para grandes depósitos de calcário. O corte de blocos é utilizado para mármore e pedras ornamentais ricas em calcite. Por fim a trituração e a moagem são usadas para produzir calcite em pó com a funcionalidade em aplicações industriais.

2.4.2 Países produtores

A China lidera a lista de maiores produtores de calcite, onde esta é utilizada maioritariamente na indústria da construção e na fabricação de cimento.

Os Estados Unidos seguem em segundo, onde a calcite é utilizada principalmente na construção e como corretivo agrícola. A Índia é conhecida por possuir grandes depósitos de calcário, onde é extraída a calcite.

2.5 Gesso

O gesso é um material versátil derivado do mineral gipso, composto por sulfato de cálcio di-hidratado (Carlos, 2005). Neste edifício, é utilizado para revestimentos, tetos falsos e produção de placas de gesso cartonado (pladur).

Também é usado na fabricação de moldes, cerâmicas e na agricultura, onde serve como corretivo de solos.

Destaca-se pela facilidade de aplicação, rápida secagem e boa aderência, sendo ideal para acabamentos e decorações.

2.5.1 Extração

O gesso é produzido a partir do gipso extraído tanto em minas a céu aberto como subterrâneas. Após a extração, o mineral é triturado e aquecido (processo de calcinação) para eliminar parte da água, originando o gesso em pó. Este processo é ajustado consoante as

finalidades do produto (Carlos, 2005).

Apesar de ter um impacto ambiental mais reduzido em comparação com outros materiais de construção, a produção de gesso exige atenção à gestão de resíduos e consumo energético.

Na figura 8, pode-se ver um depósito de gipso e como ocorre uma parte da sua extração.



Figura 8. Processo de extração do gipso

2.5.2 Países produtores

Os maiores exploradores de gipso são os Estados Unidos, China e Irão, sendo também relevante em Portugal, onde é encontrado no sul do país, especialmente no Alentejo. A produção em Portugal destaca-se devido às reservas abundantes, garantindo o fornecimento interno e permitindo a exportação.

2.6 Feldspato

O feldspato é um tipo de mineral do grupo dos tectossilicatos, e está presente em 60% da crosta terrestre. Devido às impurezas ou aos processos de formação pode apresentar variadas cores. Tem um brilho vítreo, como o vidro, clivagem muito boa que se cruza em ângulos de 90° em duas direções (JXSC, 2019). No edifício está presente nos vidros (figura 3).

Quanto aos tipos de feldspatos que existem, a altas temperaturas, forma-se a plagioclase cálcica (anortite) e a baixas temperaturas plagioclase sódica (albite).

2.6.1 Extração

Quanto ao processo de extração, faz-se em primeiro lugar uma identificação e prospeção do lugar. De seguida há a mineração, a mais comum é a céu aberto, mas também existe a subterrânea.

Para a extração, são usados explosivos para separar o mineral de outras substâncias. Escavadoras, tratores e camiões para transportar o material para a britadora que vai triturar

o feldspato produzindo-o em tamanhos reduzidos. Quando fragmentado, os fragmentos são separados através das características físicas e são lavados para estarem prontos a ser utilizados para a indústria.

2.6.2 Países produtores

As principais fontes de feldspato são na Turquia, na mina de Mugla, em Espanha, na mina de Andaluzia, na Índia, na mina de Andhra Pradesh e, em Portugal, na pedreira de Mangualde em Viseu.

2.7. Cobre

O cobre é um mineral muito abundante, podendo ser extraído a partir da calcopirite (sulfureto de cobre) (CuFeS_2) e da malaquite ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) (Geologyscience, 2023). Forma-se normalmente em depósitos de cobre oxidado e na sua forma mais simples e pura cobre (Cu).

Quanto a sua formação, o cobre pode ser encontrado em rochas ígneas, pois o magma pode transportar fluido ricos em cobre que ao solidificar formam rochas ricas no mesmo. É um dos minerais avermelhados que se destaca dos outros por ser um excelente condutor de calor e de eletricidade e pela alta resistência à corrosão, sendo muito solicitado por essas características na indústria civil para a produção de equipamentos hidráulicos, instalações de gás, sistemas anti-incêndios e conexões elétricas como um todo, também pode ser encontrado em componentes de aparelhos eletrônicos, em automóveis e muito mais (Rede Omnia, 2020). No Porto Office Park, pode ser encontrado nas conexões elétricas, ou seja, nas luzes, eletricidade.

2.7.1. Extração

No que toca a sua extração é feita a prospeção e de seguida o planeamento e desenvolvimento da mina (seleção do método mais adequado de mineração).

2.7.2. Países produtores

Nos maiores produtores de cobre, o Chile lidera a lista com a mina Escondida, estando entre os 10, a Austrália com a mina Carrapateena (como pode ser comprovado na figura 9). Portugal também é um dos grandes exploradores deste rico mineral, com 33.823 toneladas produzidas no ano passado nas minas de Neves-corvo e de Aljustrel (LNEG, 2024).

World reserves of copper, by country, 2022 (p)

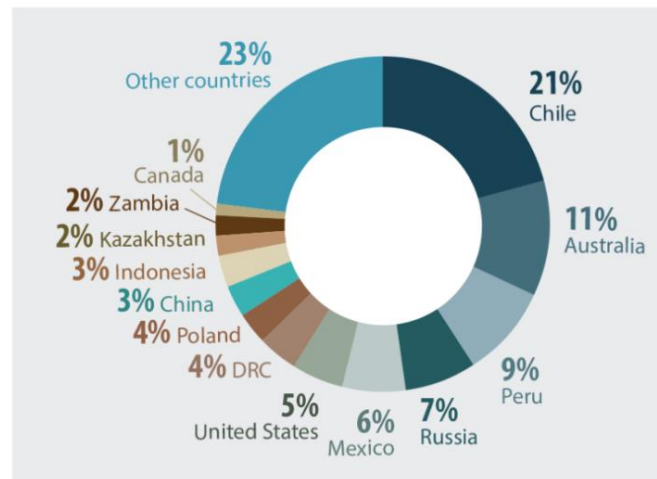


Figura 9. Países que apresentam as maiores reservas de cobre

3. Impactes ambientais

Contudo, os impactes ambientais ainda são elevados, o que prejudica não só o ser humano, como também o meio ambiente envolvido. Estes são alguns exemplos de impactes mais significativos.

Desflorestação e perda de biodiversidade: A mineração exige com frequência a eliminação de vegetação da área que pretende ser explorada, o que afeta a fauna e a flora. Após o término da exploração mineira, faz parte do processo de encerramento a reabilitação da área afetada, minimizando estes impactos.

Poluição do solo, águas e ar: A contaminação com metais pesados e produtos químicos afetam a qualidade dos solos.

A contaminação das águas por drenagens ácidas, que no fundo é um fenómeno que se inicia quando as rochas que contêm minerais sulfetados são retirados do interior da terra pelas atividades da mineração, pelo despejo de resíduos. Para além disso, como muitas outras, a atividade mineira requer um grande consumo de água, o que implica, não só a sua qualidade, mas também a sua escassez, ou disponibilidade para outras áreas. Estes tipos de contaminação podem ter implicações a nível da qualidade dos produtos agrícolas e em termos de flora e de faunas aquáticas.

Relativamente ao ar, a extração implica o levantamento de poeiras e muitas vezes a libertação de gases tóxicos como o monóxido de carbono e de enxofre ou o metano.

Uma solução passa pela gestão dos resíduos e despejo em locais apropriados e pela monitorização frequente da qualidade do ar, solo e água.

Saúde: Relativamente a este tópico podem surgir doenças respiratórias relacionadas com os gases libertados, e a degeneração da qualidade do ar a eles associada, como doenças pulmonares obstrutivas crónicas.

Tudo isto, prejudica os ecossistemas e a biodiversidade, dificultando também a manutenção de uma vida saudável. Contudo, não pode ser esquecido que estes impactes têm vindo, cada vez mais, a diminuir ao longo dos anos.

4. Conclusão

No âmbito deste projeto, foi possível a análise de algumas das principais necessidades, em termos de matéria-prima, na construção do Porto Office Park. Ao longo deste, a amostra de recursos explorada mostra as implicações de uma construção desta magnitude.

Desta forma identificaram-se os seguintes minerais neste edifício: alumínio, argila, quartzo, calcite, gesso, feldspato e cobre.

Apesar de enfatizando a exploração mineira portuguesa, é perceptível a nossa dependência de outros países, dos quais importamos muitos dos recursos. Para além disso, foi clara a diferença da dimensão da exploração mineira entre países, como por exemplo entre a China, com proporções muito superiores às de Portugal.

Remontando aos processos de exploração e extração dos diferentes recursos geológicos, e aprofundando a origem dos constituintes do edifício, foi importante uma reflexão acerca das implicações ambientais e na saúde, que embora sejam regulamentadas e minimizadas, são inevitáveis.

5. Referências bibliográficas

Vector Mais. s.d. “Porto Office Park”. Acedido a 17 de outubro de 2024. <https://www.vectormais.com/pt/porto-office-park>.

Engexpor. 2024. “Porto Office Park”. Acedido a 17 de outubro de 2024. <https://engexpor.com/projeto/porto-office-park/>.

Epiroc. 2024. “SmartRoc D50”. Acedido a 13 de novembro de 2024. <https://www.epiroc.com/pt-pt/products/drill-rigs/surface-drill-rigs/smartroc-d50>.

Via-Mobilis. 2024. “Dumper”. Acedido a 15 de novembro de 2024. <https://www.europa-maquinaria.com/focus-69/dumper>.

Basic Civil Engineering. 2015. “Use of Dumpers in Construction, Advantages and Disadvantages”. Acedido a 15 de novembro de 2024. <https://basiccivilengineering.com/2015/05/use-of-dumpers-in-construction.html>.

Infopédia: Porto Editora. 2003. “Recursos Minerais”. Acedido a 13 de novembro de 2024. [https://www.infopedia.pt/artigos/\\$recursos-minerais](https://www.infopedia.pt/artigos/$recursos-minerais).

GeologyScience. 2023. “Aluminium (Al) Ore”. Acedido a 21 de novembro de 2024. https://geologyscience.com/ore-minerals/aluminum-ore/?_gl=1*puvix4*_ga*NDk4ODk5MjU2LjE3MzQyMTU4MDA.*_ga_KBCMV5RQC8*MTczNDIxNTgwMC4xLjAuMTczNDIxNTgwMy41Ny4wLjA.

Brightstar Aluminium Machinery. 2023. “Principal 10 Países Produtores de Alumínio em 2023”. Acedido a 24 de novembro de 2024. <https://www.brightstaralu.com/pt/top-10-aluminum-producing-countries-in-2023/>.

Mordor Intelligence. 2024. “Bauxite Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029)”. Acedido a 22 de novembro de 2024. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/bauxite-market>.

de Almeida, Elizabeth Alves, Alexandre da Costa Pedro, e Claudio Parra De Lazzari. 2012. “Efeitos das Composições de Sais Fundentes na Reciclagem de Escória de Alumínio”. *XII Safety, Health and Environment World Congress*. <https://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/034.pdf>.

Reynaers Aluminium. 2022. “Como é Produzido o Alumínio”. Acedido a 17 de novembro de 2024. <https://www.reynaers.pt/inspiracao/historias/produtos/como-e-produzido-o-aluminio>.

Oliveira, Victor de A.A., Universidade Federal de Ouro Preto. s.d. “Metalurgia Extrativa do Alumínio”. Acedido a 11 de dezembro de 2024. [Metalurgia Extrativa do Alumínio](#).

Moura, Alan Rabelo de Souza, Emílio Henrique Ferreira e Ferreira, Felipe Kiyoshi Fukushima, Teodoro Macedo Araújo Neto, Thalita Maria Pontes Moutinho, Thiago Valente

da Costa. “Processo de Obtenção do Alumínio”. Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade do Pará. [Processo de obtenção do alumínio | PDF](#).

Lisboa, J. V. V.. 2014. “Argilas comuns em Portugal Continental: ocorrência e características”. *Proveniência de materiais geológicos: abordagens sobre o Quaternário de Portugal*. <https://hdl.handle.net/10316/32068>.

MIBAL. s.d. “O Grupo MIBAL”. Acedido a 10 de dezembro de 2024. <https://www.mibal.pt/o-grupo/>.

Infopédia: Porto Editora. 2003. “Argila”. Acedido a 22 de novembro de 2024. [https://www.infopedia.pt/artigos/\\$argila](https://www.infopedia.pt/artigos/$argila).

Mordor Intelligence. 2024. “Ball Clay Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029)”. Acedido a 22 de novembro de 2024. <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/ball-clay-market>.

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 2024. “Quartzo”. Acedido a 6 de dezembro de 2024. <https://didatico.igc.usp.br/minerais/silicatos/tectossilicatos/quartzo-3/>.

Quarpor. 2021. “Quartzo”. Acedido a 9 de dezembro de 2024. <https://www.quarpor.pt/quartzo/>.

Mordor Intelligence. 2024. “Quartz Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029)”. Acedido a 9 de dezembro de 2024. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/quartz-market>.

Kungfustone. 2021. “Which Countries Produce And Exporting Quartz Slabs?”. Acedido a 8 de dezembro de 2024. <https://www.kungfu-stone.com/which-countries-produce-and-exporting-quartz-slabs.html>.

Mindat, Hudson Institute of Mineralogy. 2024. “Calcite”. Acedido a 26 de novembro de 2024. <https://www.mindat.org/min-859.html>.

Carvalho, Jorge, Laboratório Nacional de Energia e Geologia. 2010. “Rumo ao Fornecimento Seguro e à Gestão Sustentável dos Recursos Minerais Europeus”. Acedido a 26 de novembro de 2024. <https://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/1036/1/34052.pdf>.

Infopédia: Porto Editora. 2003. “Gesso”. Acedido a 16 de novembro de 2024. [https://www.infopedia.pt/artigos/\\$gesso](https://www.infopedia.pt/artigos/$gesso).

JXSC Mine Machinery Factory. 2019. “Gesso”. Acedido a 20 de novembro de 2024. <https://www.jxscmachine.com/pt/solucoes/processamento-de-gesso/>.

Baltar, Carlos Adolpho Magalhães, Flavia de Freitas Bastos, e Adão Benvindo da Luz. Centro de Tecnologia Mineral. 2005. “Gipsita”. Acedido a 18 de novembro de 2024. <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1079/2/21.GIPSITA%20ok.pdf>.

Infopédia: Porto Editora. 2003. “Feldspato”. Acedido a 12 de dezembro de 2024. [https://www.infopedia.pt/artigos/\\$feldspato](https://www.infopedia.pt/artigos/$feldspato).

JXSC Mine Machinery Factory. 2019. "Feldspato". Acedido a 8 de dezembro de 2024. <https://www.jxscmachine.com/pt/solucoes/processamento-de-feldspato/>.

Júnior, Rui Fernandes Pereira. Departamento Nacional de Produção Mineral. 2012. "Feldspato". Acedido a 10 de dezembro de 2024. https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8984.

Laboratório Nacional de Energia e Geologia. 2024. "Base de Dados do Museu de Jazigos Minerais Portugueses". Acedido a 22 de novembro de 2024. https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/jazigos_minerais/#/.

Rede Omnia. 2020. "Cobre (Cu)". Acedido a 22 de novembro de 2024. <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/cobre-cu.htm>.

Coppermetal. 2024. "Conheça as principais Aplicações do Cobre". Acedido a 24 de novembro de 2024. <https://www.coppermetal.com.br/blog/conheca-as-principais-aplicacoes-do-cobre/>.

GeologyScience. 2023. "Minério de Cobre (Cu)". Acedido a 24 de novembro de 2024. <https://pt.geologyscience.com/ore-minerals/copper-cu-ore/>.

Natural Resources Canada. 2022. "Copper Facts". Government of Canada. Acedido a 10 de dezembro de 2024. <https://natural-resources.canada.ca/minerals-mining/mining-data-statistics-and-analysis/minerals-metals-facts/copper-facts/20506>.

Centro Ciência Viva do Lousal. 2024. "As Formas do Cobre". Acedido 12 de dezembro de 2024. <https://lousal.cienciaviva.pt/as-formas-do-cobre/>.

Direção-Geral de Energia e Geologia. s.d. "Contratos de Concessões Mineiras em Vigor". Acedido a 2 de dezembro de 2024. <https://portalgeo.dgeg.gov.pt/arcgis/apps/dashboards/56bb5bdb1c849a0a5735244cfa9d484>.