



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI-5764

***Análise Econômica da
Pequena Mineração Responsável***

Aula 04 (2023)

A MPE e os minerais estratégicos

***Prof. Giorgio de Tomi
Prof. Ricardo Cabral de Azevedo***



Programação 2023

Aula	Dia 1: 20/06/2023	Dia 2: 21/06/2023	Dia 3: 22/06/2023	Dia 4: 23/06/2023
Aula 01	Aula 01: Definições e conceitos da pequena mineração responsável no Brasil	Aula 04: A pequena mineração e os minerais estratégicos	Aula 07: Fechamento de mine e Coexistência na pequena mineração	<i>Aula 10: Apresentações dos projetos da disciplina</i>
<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>
Aula 02	Aula 02: A pequena mineração e o desenvolvimento sustentável	Aula 05: Extensionismo e inovação na pequena mineração	<i>Aula 08: Seção Prática (projeto da disciplina)</i>	Aula 11: Revisão do aprendizado
<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>
Aula 03	<i>Aula 03: Seção Prática (projeto da disciplina)</i>	<i>Aula 06: Seção Prática (projeto da disciplina)</i>	<i>Aula 09: Seção Prática (projeto da disciplina)</i>	Aula 12: Encerramento
<i>encerramento</i>	<i>encerramento</i>	<i>encerramento</i>	<i>encerramento</i>	<i>encerramento</i>



Dinâmica das aulas

- As aulas são **expositivas com a participação** dos alunos
- Encoraja-se o debate e o intercâmbio de ideias **via vídeo, voz ou chat.**
- A disciplina será oferecida em 4 dias, cada uma delas com:
 - (a) Aula inicial com atividade prática em grupos (breakout rooms);
 - (b) Aula complementar com atividade prática em grupos
 - (c) Seção prática em grupo para as atividades a serem desenvolvidas ***durante a disciplina.***



Aula 04: Conteúdo

- Minerais Estratégicos e a MPE
- Minerais Críticos para o Brasil
- Como enfrentar os desafios técnicos
- ATIVIDADE 04 em grupo (submissão individual no moodle)



Atividade em grupo:

Atualmente discute-se muito sobre MINERAIS ESTRATÉGICOS.

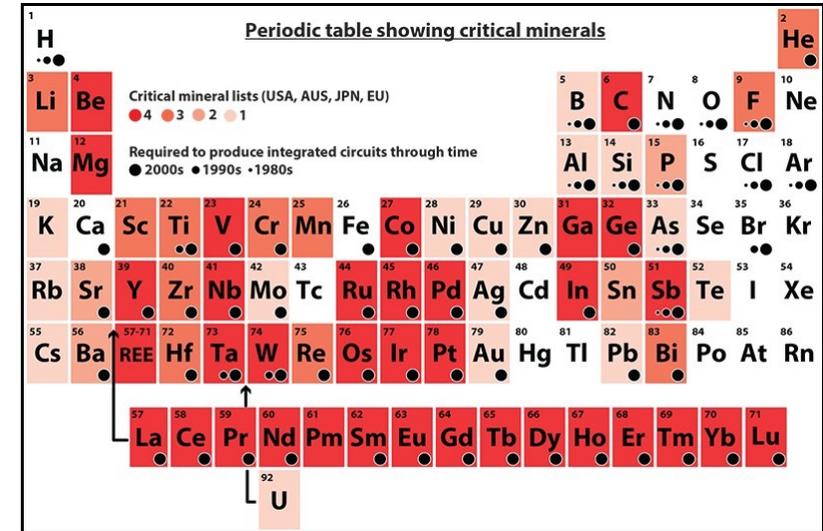
Defina o que são os minerais estratégicos e indique quais deles são mais relevantes no contexto da pequena mineração.

Elabore um texto curto, contendo:

1. A definição de “minerais estratégicos”;
2. Indique quais os mais relevantes para a MPE.

Tempo: até 20 minutos

Resultado: ao terminar o seu texto, envie o documento (INDIVIDUALMENTE) com as definições e os indicações de seu grupo na **Atividade da Aula 04** do **moodle**.



<https://eos.org/science-updates/geological-surveys-unite-to-improve-critical-mineral-security>

Divisão dos grupos

Pedreira SP

1. Lucas
2. Matheus
3. Luzie
4. Yanis
5. Fernando
6. Irfan

Pedreira BH

1. Brenda
2. Joscil
3. Ranyere
4. Erbertt
5. Leandro



1 H 1.00794																	2 He 4.002602						
3 Li 6.941	4 Be 9.012182																	5 B 10.811	6 C 12.0107	7 N 14.00674	8 O 15.9994	9 F 18.99840	10 Ne 20.1797
11 Na 22.98977	12 Mg 24.3050																	13 Al 26.98153	14 Si 28.0855	15 P 30.97376	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.95591	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.93804	26 Fe 55.845	27 Co 58.93320	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.92160	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80						
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9085	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.9055	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.760	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.9044	54 Xe 131.29						
55 Cs 132.9054	56 Ba 137.327	57 La * 138.9055	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.078	79 Au 196.9665	80 Hg 200.59	81 Tl 204.3833	82 Pb 270.2	83 Bi 208.9804	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)						
87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 Ac ‡ (227)	104 Rf (257)	105 Db (260)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (271)	111 Rq (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Lv (292)	117 Uus	118 Uuo						

Remaining years until depletion of known reserves (based on current rate of extraction)

5-50 years
50-100 years
100-500 years

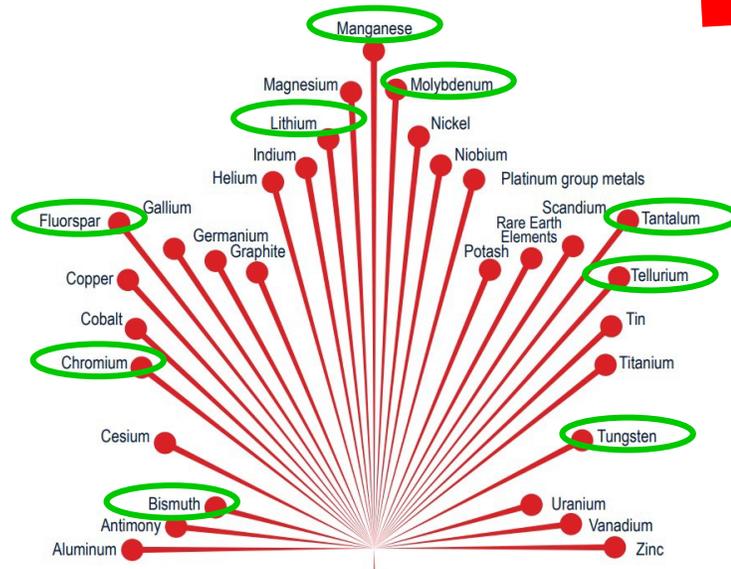
Lanthanides *	58 Ce 140.9077	59 Pr 144.24	60 Nd (145)	61 Pm 150.36	62 Sm 151.964	63 Eu 157.25	64 Gd 158.9253	65 Tb 158.9253	66 Dy 162.50	67 Ho 164.9303	68 Er 167.26	69 Tm 168.9342	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
Actinides ‡	90 Th 232.0381	91 Pa 231.0289	92 U 238.0289	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2015/gc/c5gc90019k>



“Não existe desenvolvimento sustentável sem a MINERAÇÃO RESPONSÁVEL”

Source: Julie Klinger, Universidad de Delaware, EUA (2020).
Webinar Mining and the SGDs, Responsible Mining
Foundation



Não existe desenvolvimento sustentável sem a PEQUENA MINERAÇÃO RESPONSÁVEL no Sec. XXI

Source: Canada's Critical Minerals List 2021
<https://www.nrcan.gc.ca/>



Ranking das reservas e da produção mineral brasileira

Reservas Minerais



Top 10:

- **Tungstênio**
- **Vanádio**
- Bauxita
- **Cobalto**
- **Ouro**
- **Fluorita**
- **Ilmenita**
- **Lítio**
- Urânio

Produção Mineral (2020)



Top 10:

- **Manganês**
- **Tungstênio**
- **Vanádio**
- Bauxita
- **Estanho**
- Níquel
- **Ouro**
- Calcário
- Caulim
- Crisotila
- **Feldspato**
- **Lítio**
- **Zirconita**



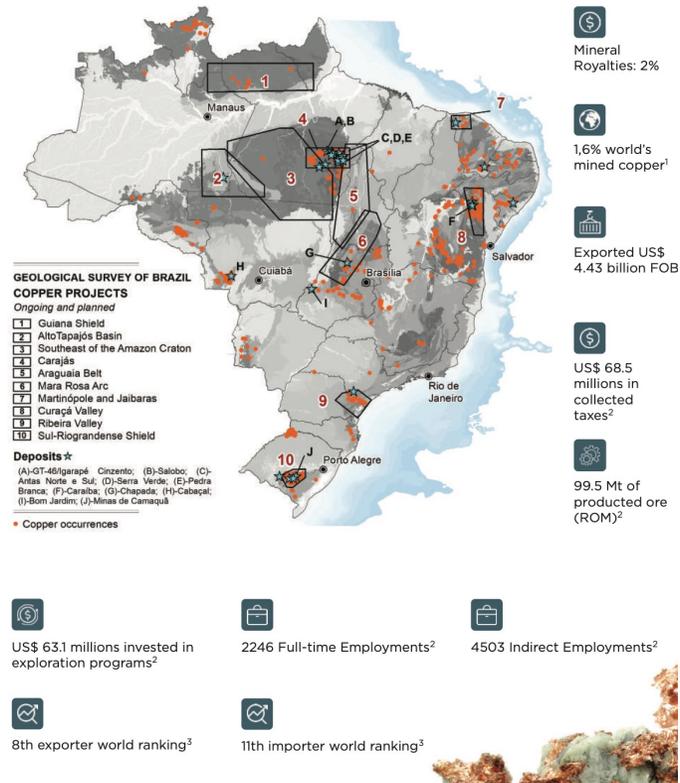
Minerais Críticos no Brasil

- Uma parte importante da produção mineral brasileira é de interesse estratégico para aplicações de alta tecnologia, incluindo fontes de energia renovável, manufatura, veículos elétricos, robótica e indústria eletrônica.
- O Brasil é um produtor de destaque de diversos minerais críticos, como nióbio, ferro, tântalo e alumínio, além de também exportar minerais como níquel, manganês, estanho, cromo, ouro, caulim e gemas.
- A maior parte dessas substâncias minerais são preponderantemente produzidos na MPE, portanto a MPE tem um papel fundamental na produção e no suprimento dos minerais críticos para o Séc. XXI, constituindo um importante pilar da economia nacional.
- Outro aspecto estratégico dos minerais críticos está relacionado às substâncias minerais consumidas no Brasil que dependem de importação, como é o caso do potássio, fosfato e molibdênio.

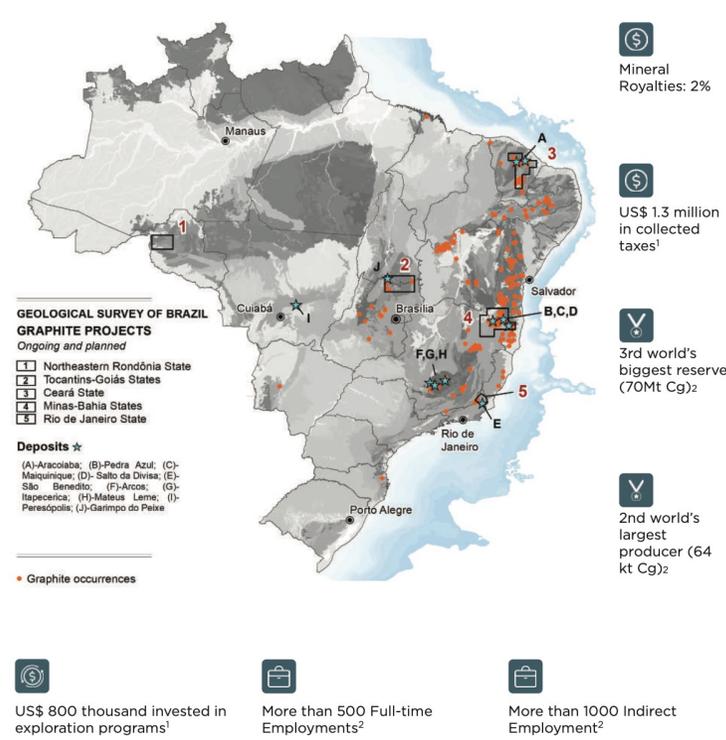


Minerais Críticos no Brasil

Copper



Graphite (*)



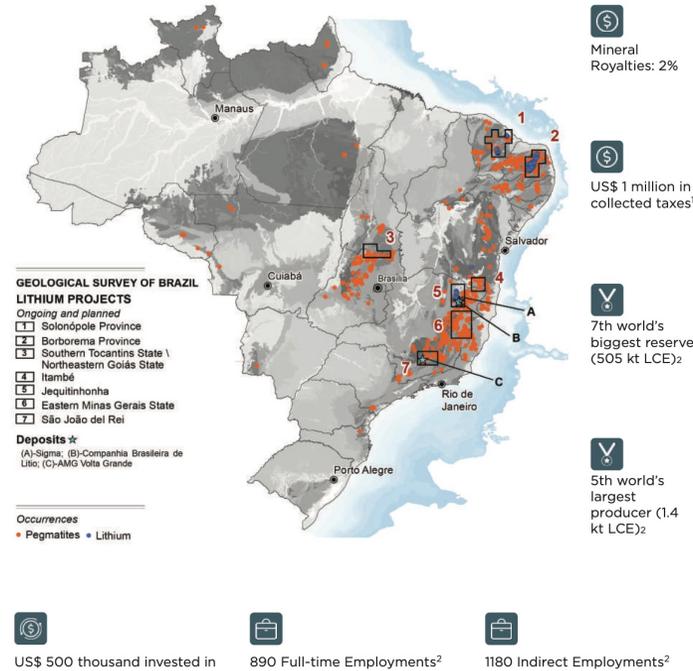
Fonte: CPRM (2023). "An overview of Critical Minerals Potential of Brazil".



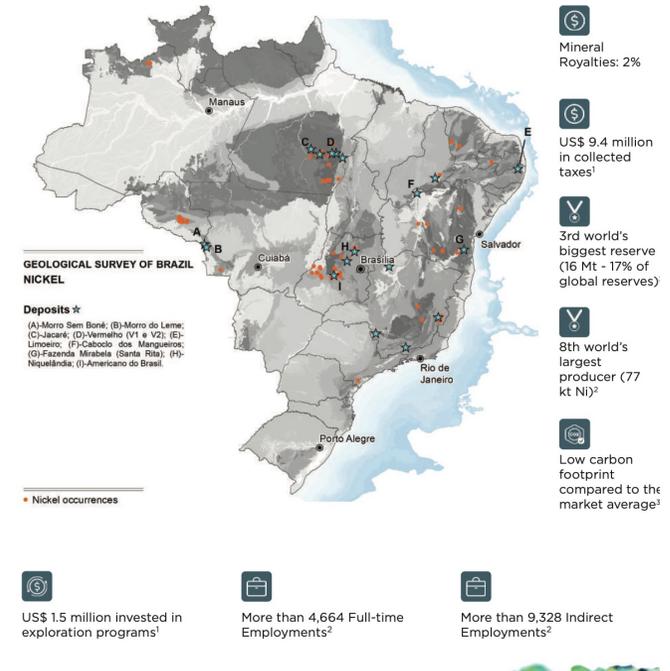
Minerais Críticos no Brasil



Lithium



Nickel



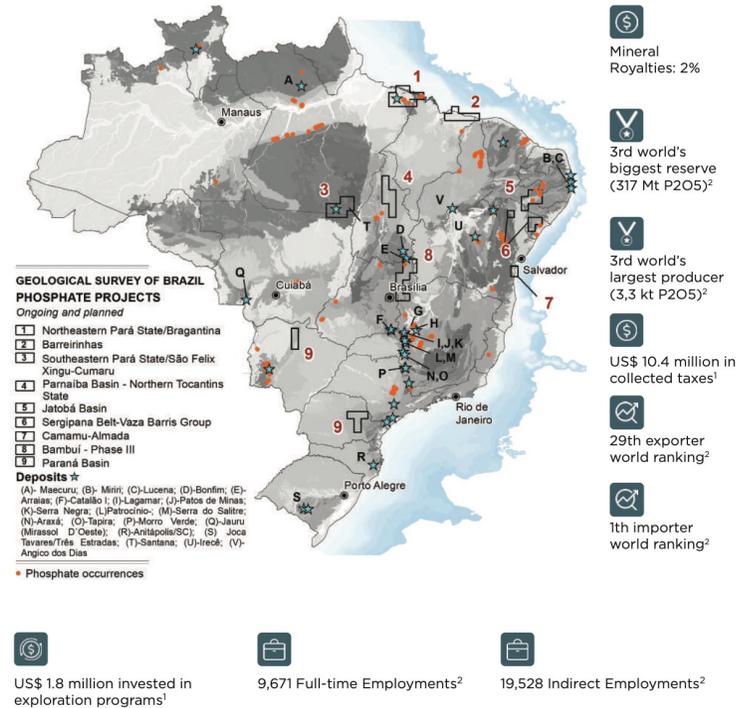
Fonte: CPRM (2023). "An overview of Critical Minerals Potential of Brazil".



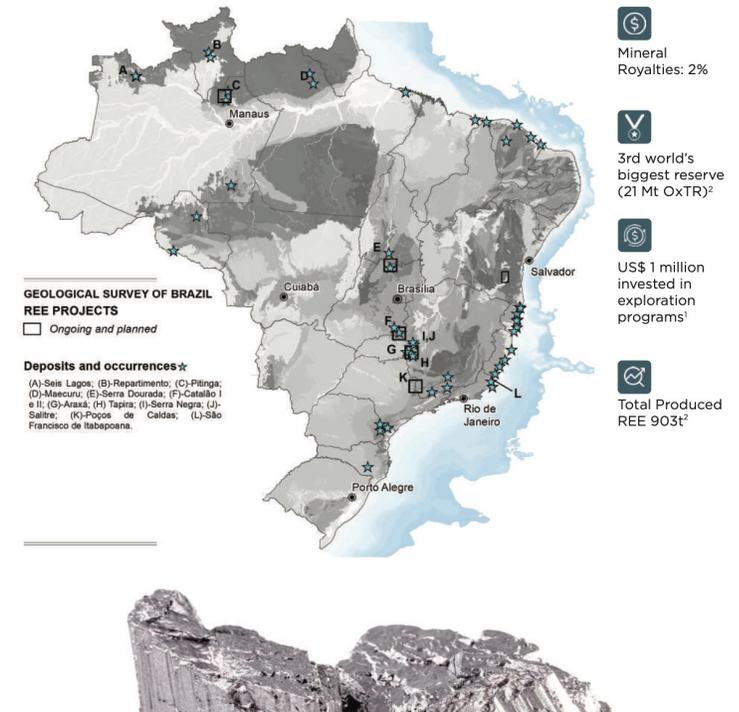
Minerais Críticos no Brasil



Phosphate



Rare Earth Elements



Fonte: CPRM (2023). "An overview of Critical Minerals Potential of Brazil".

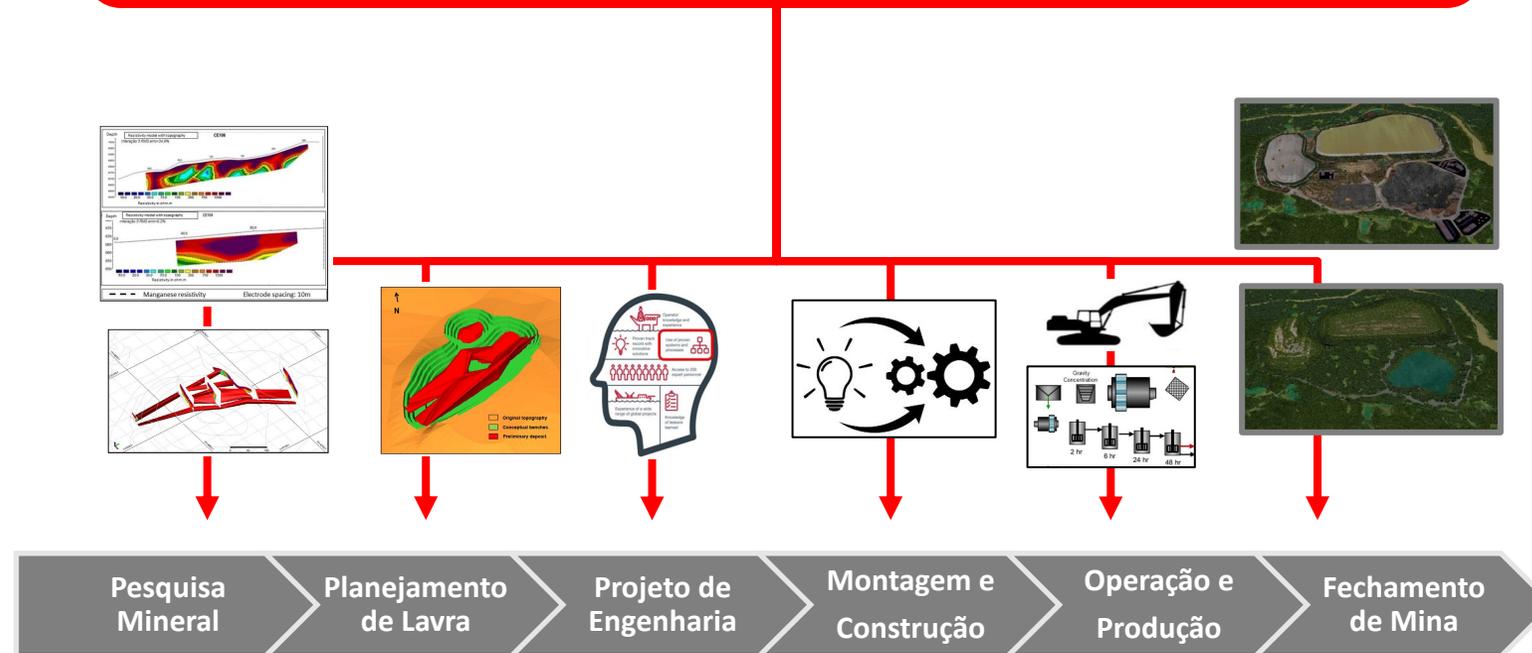


Desafios tecnológicos da MPE

- Diversas substâncias minerais são produzidas comumente pela MPE.
- Estas incluem agregados, calcário, ouro, gemas, cassiterita, tantalita, manganês, fosfatos, entre outros.
- Além dessas substâncias, a MPE também é responsável pela produção de diversas das substâncias minerais consideradas críticas no Brasil como terras raras, lítio e grafita.
- O sucesso na produção eficiente e sustentável dessas substâncias passa por diversos desafios tecnológicos, relacionados às etapas da CADEIA DE VALOR MINERAL



Tecnologias Eficientes para a MPE





Tecnologias Eficientes para a MPE

Os desafios tecnológicos da MPE passam pela correta execução de TODAS as fases da Cadeia de Valor Mineral

Pesquisa Mineral

Planejamento de Lavra

Projeto de Engenharia

Instalação e Construção

Operação e Produção

Fechamento de Mina



Aula 04: Aprendizado

- O Brasil relacionou os **bens minerais críticos** para o país.
- Os critérios adotados para definir minerais críticos são:
 - bens minerais importantes para produtos de **alta tecnologia**;
 - bens minerais com alto consumo que **dependem de importação**.
- Vários desses bens minerais são produzidos **preponderantemente pela MPE**.
- Os desafios tecnológicos para assegurar a produção eficiente e sustentável da MPE devem ser superados para atender as demandas do país.



Programação 2023

Aula	Dia 1: 20/06/2023	Dia 2: 21/06/2023	Dia 3: 22/06/2023	Dia 4: 23/06/2023
Aula 01	Aula 01: Definições e conceitos da pequena mineração responsável no Brasil	Aula 04: A pequena mineração e os minerais estratégicos	Aula 07: Fechamento de mine e Coexistência na pequena mineração	<i>Aula 10: Apresentações dos projetos da disciplina</i>
<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>
Aula 02	Aula 02: A pequena mineração e o desenvolvimento sustentável	Aula 05: Extensionismo e inovação na pequena mineração	<i>Aula 08: Seção Prática (projeto da disciplina)</i>	Aula 11: Revisão do aprendizado
<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>	<i>break</i>
Aula 03	<i>Aula 03: Seção Prática (projeto da disciplina)</i>	<i>Aula 06: Seção Prática (projeto da disciplina)</i>	<i>Aula 09: Seção Prática (projeto da disciplina)</i>	Aula 12: Encerramento
<i>encerramento</i>	<i>encerramento</i>	<i>encerramento</i>	<i>encerramento</i>	<i>encerramento</i>