



III ENCONTRO DE REGULADORES E REGULADOS DA CNEN

Projeto Aloteritas: Iniciativa de Economia Circular, alinhada às boas práticas de *ESG*.

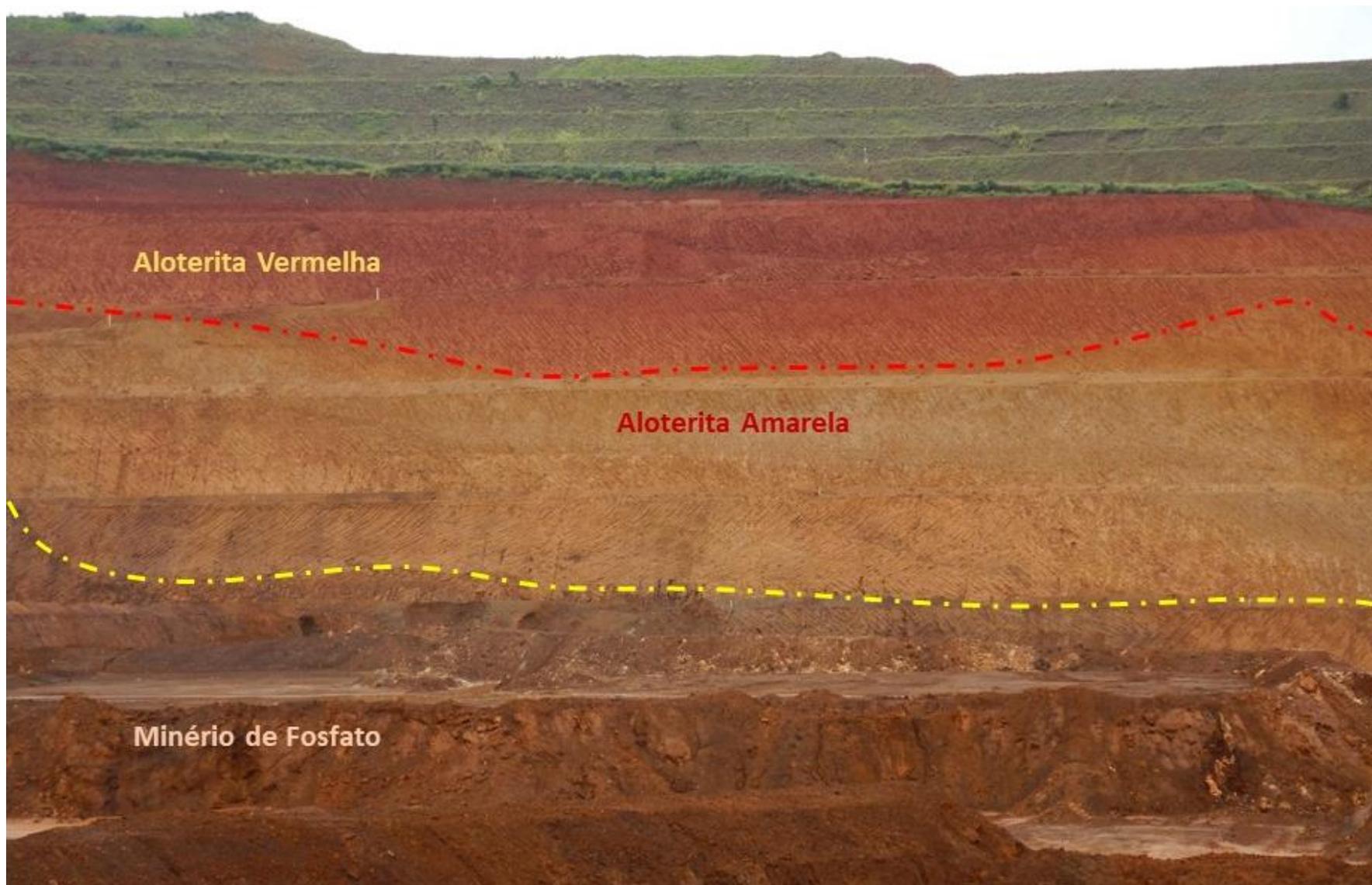
Alexandre Lourenço: Coordenador de planejamento de lavra de longo prazo e direito mineral da gerência de serviços técnicos da CMOC Brasil.

21 de agosto de 2024

Agenda

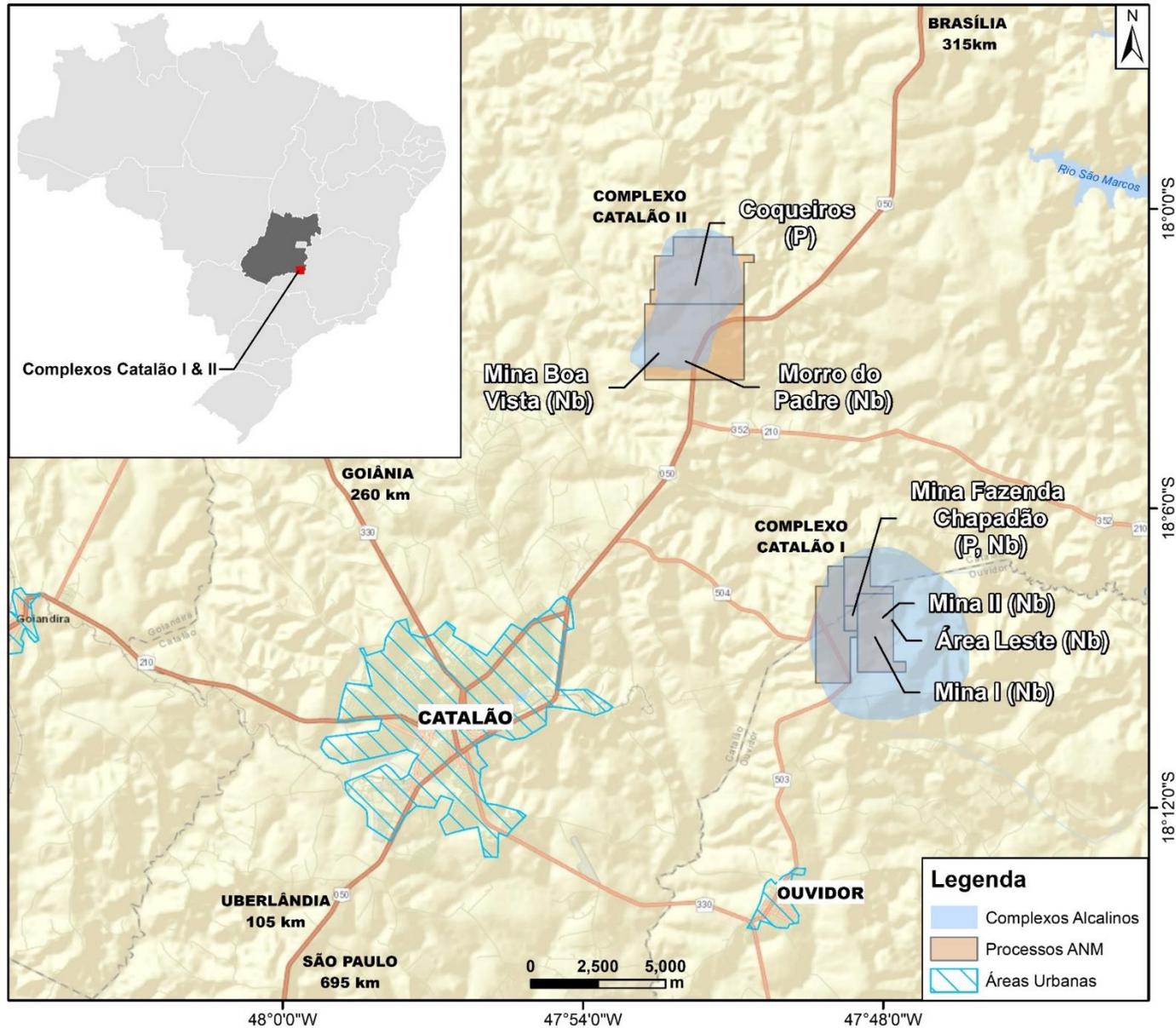
1. O que são aloteritas;
2. Localização da Mina Fazenda Chapadão;
3. Objetivos do Projeto Aloteritas;
4. Estudo de 2020 – CMOC/TAMIN;
5. Estudo de 2022 – CMOC/UFCAT/FUNAPE – Etapa 1;
6. Estudo de 2024 a 2027 – CMOC/UFCAT/FUNAPE – Etapa 2;
7. Locais de origem e destino atuais das aloteritas.

1. O que são aloteritas



Fonte: Gerência de Serviços Técnicos

2. Localização da Mina Fazenda Chapadão



Fonte: Gerência de Serviços Técnicos

3. Objetivos do Projeto Aloteritas

- Avaliar o potencial de aproveitamento econômico das aloteritas da CMOC, visando transformar passivo ambiental (custos) em ativo (receitas);
- Alinhamento com as melhores práticas mundiais de EC e *ESG*.

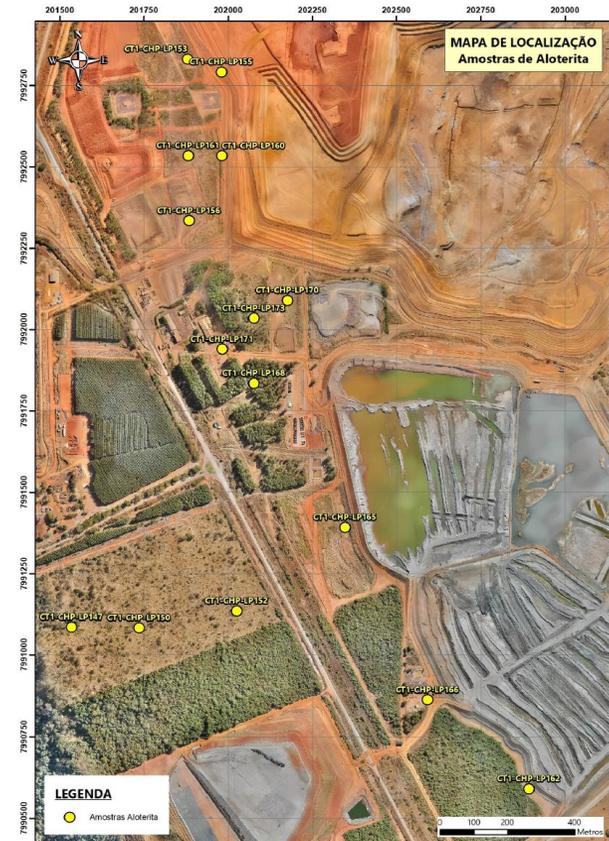
4. Estudo de 2020 – CMOC/TAMIN (Duração 1 ano)

Objetivo

- Pesquisar e avaliar alternativas tecnológicas e econômicas de aproveitamento das aloteritas vermelha e amarela *in situ* da mina de Fazenda Chapadão.

Etapas

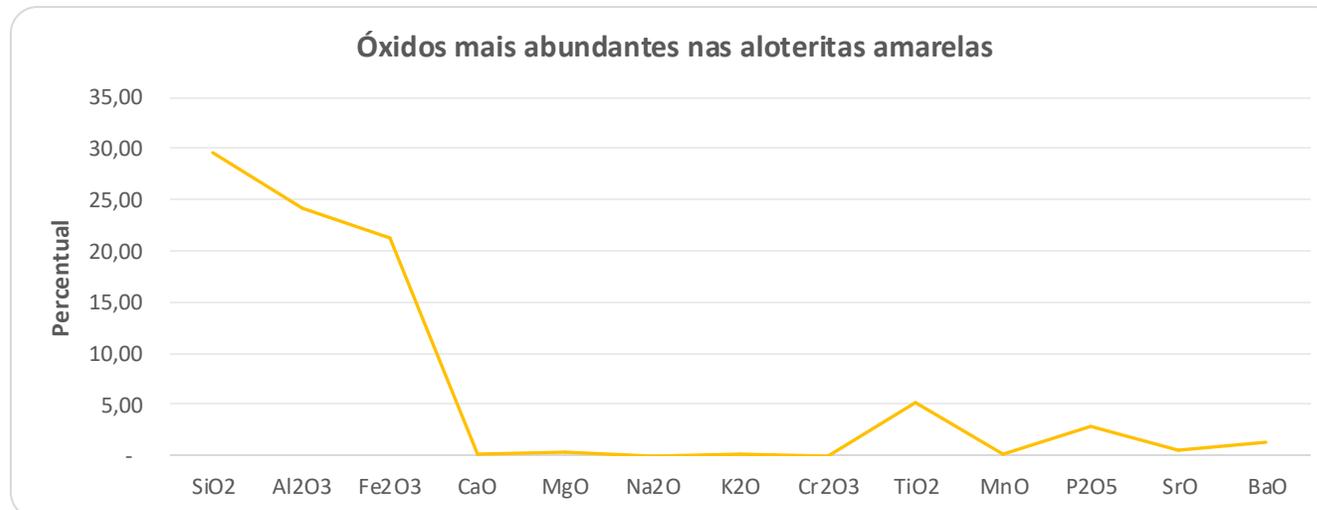
- Coleta de amostras de testemunhos de sondagem;
- Análises químicas;
- Difractometria de Raio X;
- Análises radiométricas;
- Avaliações prévias e independentes na UFCAT e na PUC-MG.



Fonte: Gerência de Serviços Técnicos

4. Estudo de 2020 – CMOC/TAMIN

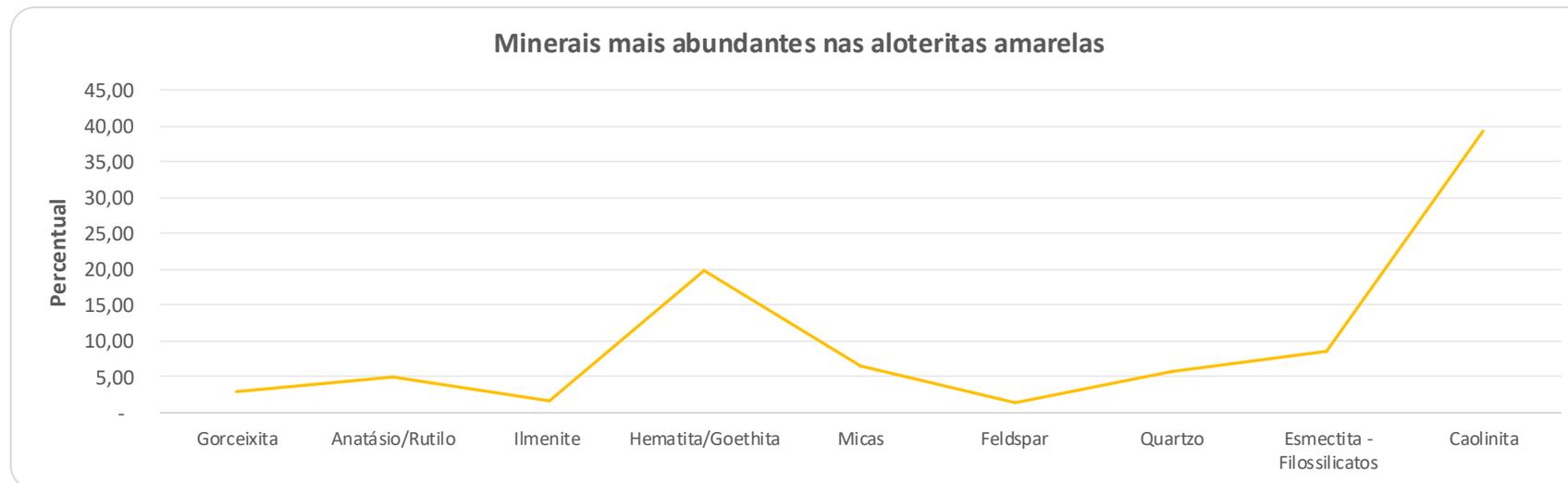
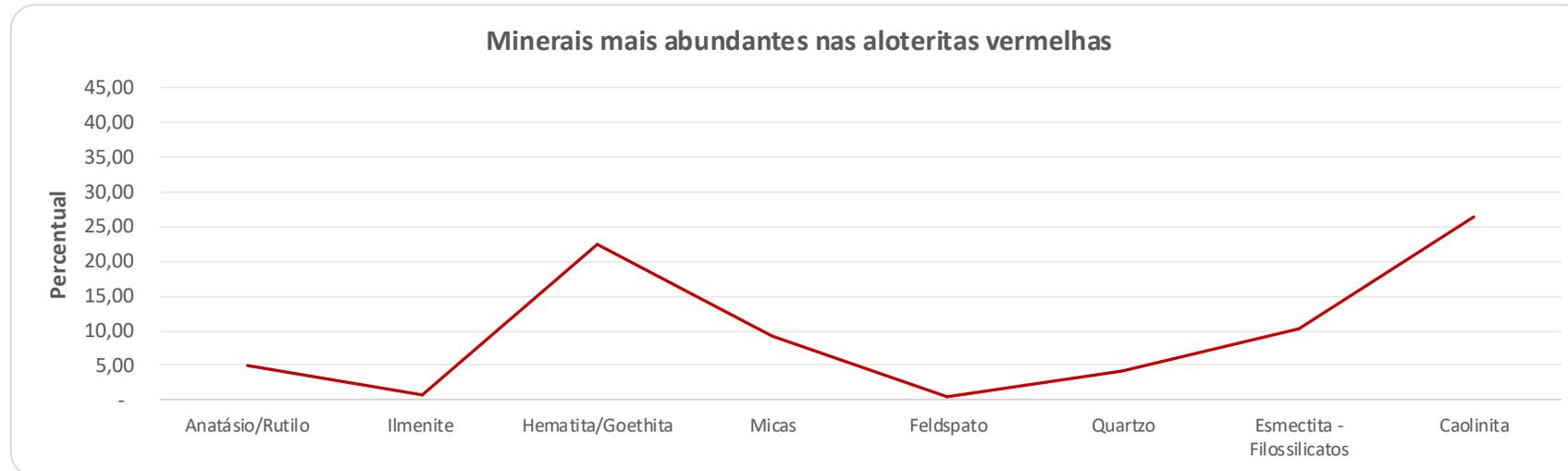
Química



Fonte: Estudo da TAMIN

4. Estudo de 2020 – CMOC/TAMIN

Mineralogia



Fonte: Estudo da TAMIN

4. Estudo de 2020 – CMOC/TAMIN

Radiometria

Aloteritas Misturadas

Amostra	Atividade (Bq/g)				
	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²³² Th	²³⁸ U
AM-01	91 ± 16	234 ± 8	509 ± 17	438 ± 72	256 ± 57
AM-02	62 ± 16	357 ± 12	782 ± 25	689 ± 110	266 ± 58
AM-03	112 ± 17	243 ± 8	501 ± 17	438 ± 72	275 ± 59
AM-04	59 ± 11	336 ± 11	702 ± 21	633 ± 100	275 ± 59
AM-05	134 ± 19	323 ± 11	900 ± 29	814 ± 130	218 ± 55
AM-06	135 ± 19	714 ± 23	1269 ± 39	1219 ± 200	722 ± 100
AM-07	97 ± 16	417 ± 14	832 ± 27	690 ± 110	380 ± 67
AM-08	62 ± 16	174 ± 7	460 ± 16	353 ± 60	152 ± 51
AM-09	92 ± 16	199 ± 8	419 ± 16	290 ± 51	217 ± 55

Equilíbrio Secular

Amostra	Atividade Específica (Bq/g)
AM-01	7,9
AM-02	10,6
AM-03	8,2
AM-04	10,18
AM-05	11,19
AM-06	22,3
AM-07	12,2
AM-08	5,7
AM-09	5,9
Média	10,5

Aloteritas Puras

Amostra	Atividade (Bq/g)				
	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²³² Th	²³⁸ U
P62763 – AV	61 ± 8	210 ± 7	435 ± 15	321 ± 51	214 ± 43
P62673 – AA	90 ± 17	618 ± 20	979 ± 30	838 ± 131	613 ± 105
P63797 – AV	96 ± 17	143 ± 5	440 ± 14	327 ± 51	123 ± 35
P63802 – AV	72 ± 14	139 ± 6	454 ± 15	368 ± 56	209 ± 42
P64070 – AA	131 ± 15	243 ± 8	414 ± 13	335 ± 52	233 ± 45
P64074 – AA	98 ± 13	342 ± 11	624 ± 20	530 ± 94	252. ± 47

Equilíbrio Secular

Amostra	Atividade Específica (Bq/g)
P62763 – AV	5,35
P62673 – AA	17,0
P63797 – AV	5,0
P63802 – AV	6,6
P64070 – AA	6,6
P64074 – AA	8,8
Média	8,2

Fonte: Estudo da TAMIN

4. Estudo de 2020 – CMOC/TAMIN

Conclusão e Recomendação

Quatro usos potenciais para as aloteritas:

- Cerâmica convencional (estrutural ou vermelha);
- Tijolo de solo-cimento (eco-tijolo);
- Pavimentação de estradas;
- Remineralizadores de Solos.

Recomendação: Continuar os estudos.

5. Estudo de 2022 – CMOC/UFCAT/FUNAPE – Etapa 1 (Duração 1 ano)

Linha do estudo

Tijolo de solo-cimento (eco-tijolo).

Objetivos

- Verificar a resistência dos tijolos à compressão de 2 MPa para atendimento de norma;
- Verificar radiação ionizante no material bruto e durante as etapas de produção dos tijolos.

Resultados

Ambos os objetivos foram alcançados.

5. Estudo de 2022 – CMOC/UFCAT/FUNAPE – Etapa 1

Resultados

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO: EVOLUÇÃO

Primeira amostragem

Amostra	Res. Comp. (MPa)	CV (%)
AA	1,11	10,65
AV	1,12	13,72

Segunda amostragem

Amostra	Res. Comp. (MPa)	CV (%)
AA	2,15	43,5
AV	1,78	26,0
AAR	5,09	23,01

5. Estudo de 2022 – CMOC/UFCAT/FUNAPE – Etapa 1

Resultados

RADIAÇÃO IONIZANTE: EVOLUÇÃO

Solo bruto	$\bar{\gamma}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\bar{\gamma}_{\text{fundo}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\bar{\gamma}_{\text{adicional}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	horas exp 1,0 mSv/ano	horas exp 0,3 mSv/ano
AV	0,33	0,17	0,16	6.250,00	1.875,00
AA	0,62	0,17	0,46	2.173,90	652,20
AAR	0,45	0,17	0,28	3.571,40	1.071,4

Tijolos	$\bar{\gamma}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\bar{\gamma}_{\text{fundo}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\bar{\gamma}_{\text{adicional}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	horas exp 1,0 mSv/ano	horas exp 0,3 mSv/ano
AV	0,22	0,16	0,06	16.666,67	5.000,00
AA	0,33	0,16	0,17	5.882,35	1.764,70
AAR	0,28	0,16	0,12	8.333,33	2.500,00

AV – Aloterita vermelha, AA – Aloterita amarela e AAR – Aloterita amarela rajada



6. Estudo 24 a 27 – CMOC/UFCAT/FUNAPE – Etapa 2 (Duração 3 anos)

Objetivos

Gerais:

- Otimizar traços de tijolos (Delineamento Rotacional, desejabilidade e aprendizado de máquinas);
- Construção de uma parede de teste;
- Construção de uma edificação piloto (Laboratório teste);
- Construção de uma calçada piloto;
- Estudo de desempenho da edificação;
- Possibilidade de uso em habitações sociais ou como piso intertravado;
- Estudos econômico para rotas tecnológicas de uso da pilha de estéril como matéria prima para outros produtos (pavimentação, cerâmica etc.).
- Estudos para melhor avaliação da exposição radiológica dos Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE) e Indivíduos do Público (IP) nas fases de fabricação e utilização dos tijolos na edificação piloto a ser construída.

6. Estudo de 2024 a 2027 – CMOC/UFCAT/FUNAPE – Etapa 2

Objetivos

Análise nos tijolos:

- Resistência à compressão;
- Absorção de água;
- Ciclos em água.

Análise nas aloteritas:

- Granulometria;
- Textura;
- Limites de liquidez e plasticidade;
- Ensaio físicos e químicos.

6. Estudo de 2024 a 2027 – CMOC/UFCAT/FUNAPE – Etapa 2

Objetivos

Análises Radiológicas:

- Avaliação de dose externa por radiação gama dos IOE envolvidos nas atividades de fabricação de tijolos através da utilização de dosímetros individuais;
- Avaliação da dose interna dos IOE envolvidos nas atividades de fabricação de tijolos através da coleta de partículas respiráveis por meio de bombas gravimétricas e contagem da radiação alfa para estimativa da dose de inalação;
- Caracterização radiológica dos tijolos produzidos com diferentes teores de aloterita em laboratórios especializados para tal;
- Medições de gás radônio e dose externa por radiação gama no interior da edificação piloto antes e após a aplicação dos tijolos.



7. Local de origem das aloteritas



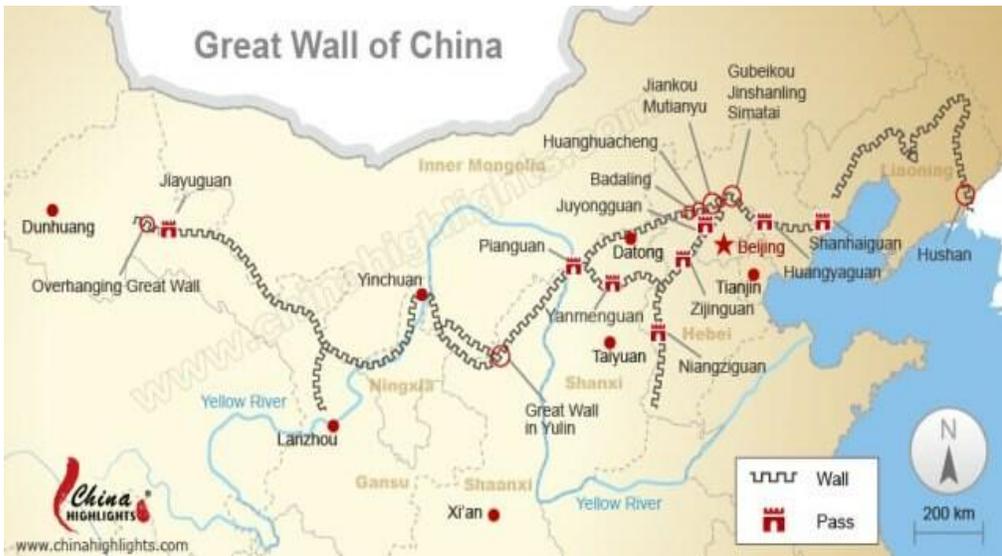
Fonte: Área operacional da CMOC Brasil Fosfatos Ouvidor

7. Local de destino atual das aloteritas



Fonte: Área operacional da CMOC Brasil Fosfatos Ouvidor

CURIOSIDADE



- Comprimento total – 8.850 km de extensão.
6.259 km de seções da muralha em si, 359 km de trincheiras e 2.232 km de barreiras defensivas naturais, como montanhas e rios;
- Volume total de material usado nas seções da muralha – 6.259.000m (extensão) x 7m (altura) x 4m (largura) – **175.252.000 m³**;
- Volume total de aloteritas – **150.000.000 m³**;
- Ainda que se consiga aproveitar apenas 20% desse material, os ganhos: ambiental, social e financeiro, seriam muito expressivos.



Obrigado.
谢谢.