

# RECURSOS MINERAIS FARMACÊUTICOS E COSMÉTICOS



**Anderson Magalhães Victoria**  
*andersongeo@yahoo.com.br*

# SUMÁRIO

1. ASPECTOS GERAIS.....	1
1.1. RECURSOS MINERAIS.....	2
2. ARGILOMINERAIS FARMACÊUTICOS E COSMÉTICOS.....	5
2.1. MINERALOGIA E GEOLOGIA.....	6
2.2. APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E COSMÉTICAS.....	10
2.3. DEPÓSITOS EM MINAS GERAIS.....	11
2.3.1. Bentonita e Terras Fuller.....	11
2.3.2. Caulim.....	11
3. CALCITA (CALCÁRIO).....	12
3.1. MINERALOGIA E GEOLOGIA.....	12
3.2. APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E COSMÉTICAS.....	12
3.3. DEPÓSITOS EM MINAS GERAIS.....	14
4. ENXOFRE.....	16
4.1. MINERALOGIA E GEOLOGIA.....	17
4.2. APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E COSMÉTICAS.....	18
4.3. DEPÓSITOS EM MINAS GERAIS.....	18
5. MICAS (MUSCOVITA).....	20
5.1. MINERALOGIA E GEOLOGIA.....	20
5.2. APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E COSMÉTICAS.....	22
5.3. DEPÓSITOS EM MINAS GERAIS.....	22
6. TALCO.....	26
6.1. MINERALOGIA E GEOLOGIA.....	26
6.2. APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E COSMÉTICAS.....	28
6.3. DEPÓSITOS EM MINAS GERAIS.....	29
6.3.1. O talco da região de Nova Lima - Rio Acima.....	30
6.3.2. O talco da região de Caranaíba - Carandaí.....	31
6.3.3. O talco da região de Ouro Preto - Ouro Branco - Congonhas.....	32
7. ASPECTOS ECONÔMICOS DOS RECURSOS MINERAIS FARMACÊUTICOS E COSMÉTICOS.....	33
7.1. RESERVAS.....	33
7.1.1. Mundiais e Brasileiras.....	33
7.1.2. Em Minas Gerais.....	34
7.2. DADOS DE PRODUÇÃO.....	35
7.2.1. Mundial e Brasileira.....	35
7.2.2. Produção em Minas Gerais.....	35
7.3. MERCADO CONSUMIDOR.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

## 1. ASPECTOS GERAIS

---

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas do Brasil (CNAE 2.0, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - [IBGE 2015](#)), o setor de Indústrias de Transformação compreende todas as atividades que envolvem a modificação de materiais em produtos novos. Conforme fatores como os tipos de produtos, aplicações, matérias-primas utilizadas, processo industrial, tecnologia e mão de obra envolvida, as indústrias estão hierarquizadas em divisões, grupos e classes. Nesse caso, as indústrias farmoquímicas e farmacêuticas fazem parte de uma divisão à parte, ao passo que as indústrias de cosméticos correspondem uma classe incluída dentro da divisão das indústrias Químicas.

Em relação aos produtos, a indústria farmacêutica pode ser dividida no segmento farmoquímico e farmacêutico propriamente dito ([IBGE 2015](#)). O primeiro é responsável pela confecção dos fármacos (princípios ativos ou drogas), que são os agentes com finalidades terapêuticas sintetizados quimicamente por meio de processos rigorosamente controlados. O segundo, por sua vez, é responsável pela produção dos inúmeros tipos de medicamentos de acordo com a forma desejada para uso humano ou veterinário (pílulas, comprimidos, cremes, pomadas etc.). Nesse caso, como o princípio ativo normalmente é consumido em quantidades muito reduzidas (microgramas), para que sua aplicação ocorra de maneira prática, é preciso que ele seja combinado com os excipientes, um grupo de substâncias inertes que determinam a consistência, a forma e o volume das preparações farmacêuticas, sem, entretanto, alterar as propriedades e os efeitos do princípio ativo no organismo. Dessa forma, o segmento farmacêutico é o responsável pela produção do conjunto fármaco e excipiente, que resultam no medicamento comercializado no mercado ([Associação Brasileira de Química – Revista de Química Industrial 2014](#)).

O nome “cosmético” deriva da palavra grega “*kosmetikós*” que significa “hábil em adornar”. Dessa forma, a indústria de cosméticos objetiva a confecção de diversos tipos de produtos de uso externo no corpo humano, com a finalidade de limpar, perfumar, mudar a aparência, proteger, manter em boas condições ou corrigir odores corporais. No mercado, tais produtos são divididos em três grandes segmentos ([SEBRAE 2018](#)):

**Higiene Pessoal:** sabonetes, produtos para higiene oral (creme dental, fio dental, enxaguante bucal etc.), desodorantes axilares e corporais, talcos para bebês e adultos, produtos para higiene capilar (xampus e condicionadores), tintas para cabelo etc.;

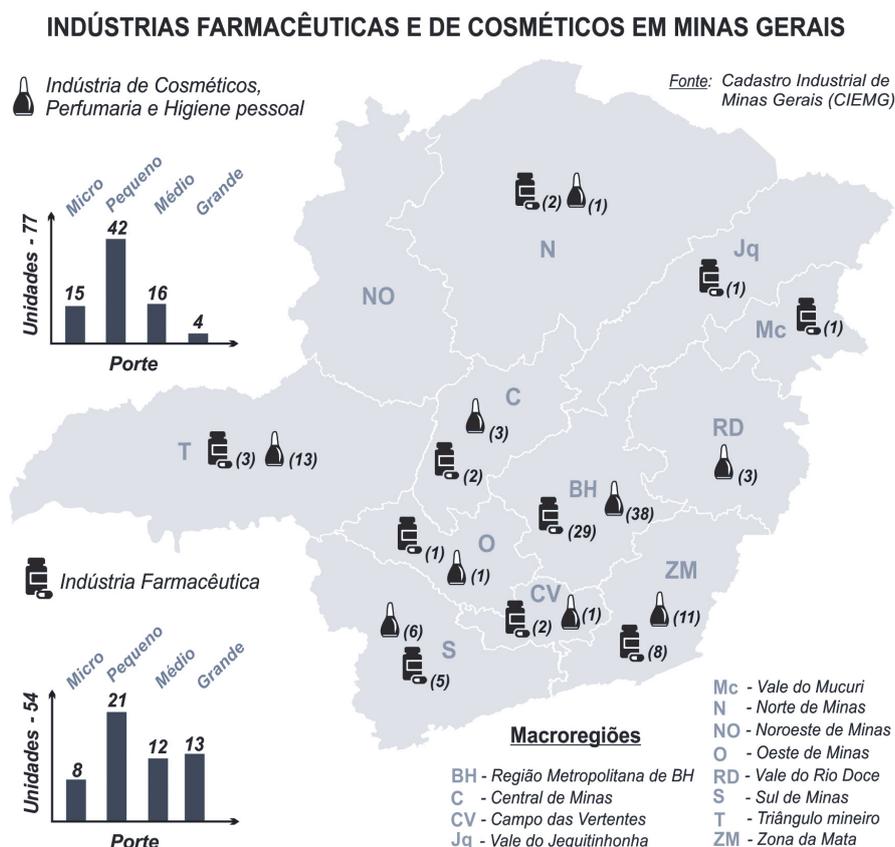
**Perfumaria:** águas de colônia, perfumes, extratos e loções pós-barba etc.;

**Cosméticos:** substâncias de origens diversas, usadas sobre a pele e cabelo para limpar, suavizar, encobrir imperfeições e embelezar. Dentre essas substâncias destacam-se os produtos para coloração, tratamento, fixação e modelagem capilar, maquiagem, protetores solares, cremes, loções para a pele e depilatórios etc.

Em Minas Gerais, as indústrias farmacêuticas e de cosméticos possuem uma representatividade expressiva, sendo importantes geradoras de emprego e renda. De acordo com o Cadastro Industrial de Minas Gerais ([CIEMG 2018](#)), estão registradas 77 indústrias de cosméticos no estado, sendo 8 de porte micro (até 19 empregados), 42 de pequeno porte

(de 20 a 99 empregados), 16 de médio porte (de 100 a 499 empregados) e 4 de grande porte (acima de 500 funcionários). As indústrias farmacêuticas, por sua vez, somam 54 unidades, sendo 8 de porte micro, 21 de pequeno porte, 12 de médio porte e 13 de grande porte (Figura 1). Em ambos os casos, a distribuição das unidades predomina na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Zona da Mata, Triângulo Mineiro e Sul de Minas (Figura 1). Essa distribuição é reflexo, principalmente, de três características dessas atividades industriais:

- i. a necessidade de mão de obra de obra qualificada;
- ii. o elevado padrão tecnológico envolvido na confecção dos produtos;
- iii. os altos custos que envolvem a cadeia produtiva.



**Figura 1.** Distribuição e porte das principais unidades industriais responsáveis pela confecção de produtos farmacêuticos e de cosméticos, perfumaria ou higiene pessoal em Minas Gerais (CIEMG 2018).

## 1.1. Recursos minerais

A ampla variedade de produtos farmacêuticos e cosméticos decorre dos inúmeros tipos de matérias primas que podem ser utilizadas, sejam elas de origem natural, sintética, ou uma mistura de ambos. Com relação aos insumos naturais, eles podem ser ainda de procedência mineral, vegetal ou animal.

Desde que suficientemente submetidos a um rigoroso processo de tratamento e purificação após a extração nas jazidas (processo conhecido como beneficiamento mineral), vários minerais podem ser usados nessas indústrias, cada um exercendo uma função específica conforme suas propriedades físico-químicas. Entretanto, tendo em vista o volume

relativamente baixo de material necessário na síntese dos produtos, na maioria das vezes, é mais economicamente viável essas indústrias utilizarem análogos sintéticos substitutivos do que extrair e beneficiar os minerais naturais. Os argilominerais, a calcita, a halita e a gipsita são exceções à essa regra, pois são recursos abundantes, recorrentes e de fácil extração em todo o mundo. Quanto aos argilominerais, soma-se também o fato da grande dificuldade em se obter produtos sintéticos de qualidade (Carretero & Pozo 2010).

Uma lista dos diversos recursos minerais que podem ser utilizados como ingredientes em produtos farmacêuticos e cosméticos, bem como suas propriedades, formas de ação e finalidade, pode ser verificada em Carretero & Pozo (2009, 2010). Mais especificamente com relação aos insumos cosméticos, algumas informações também podem ser verificadas em COSMETICINFO (2018). Com base nessas referências, a Tabela 1 mostra a relação dos recursos mais importantes utilizados por essas indústrias. Nessa tabela também são apresentadas as principais fontes desses recursos em depósitos naturais.

**Tabela 1.** Síntese dos principais minerais utilizados pelas indústrias farmacêuticas e cosméticas. Tendo em vista a ocorrência restrita de alguns e o elevado custo envolvido na extração e beneficiamento, é comum a utilização de compostos químicos sintéticos análogos. Os argilominerais, a gipsita, a calcita e a halita são exceções. Fonte: Carretero & Pozo 2009, 2010, COSMETICINFO 2018.

MINERAIS FARMACÊUTICOS E COSMÉTICOS					
Mineral	Composição	Fonte	Uso em medicamentos (Fármacos)	Uso em medicamentos (Excipientes)	Uso em cosméticos
Argilominerais	(Variável)	Argilas	x	x	x
Bórax	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O	Evaporitos	x	-	-
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	Calcários	x	x	x
Enxofre	S <sub>8</sub>	Depósitos vulcânicos exalativos; Evaporitos; Sulfatos; Sulfetos	x	-	x
Gibbsita	Al(OH) <sub>3</sub>	Bauxita	x	-	-
Gipsita; Anidrita	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O; CaSO <sub>4</sub>	Evaporitos	-	x	-
Halita	NaCl	Evaporitos	x	x	x
Hematita; Magnetita;	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ;	Formações Ferríferas Bandadas; Itabirito	-	x	-
Hidroxi-apatita	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH)	Carbonatitos; Fosforitos	x	x	-
Magnesita	MgCO <sub>3</sub>	Veios hidrotermais; Calcário	x	x	-
Mica (Muscovita)	KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	Pegmatitos;	-	-	x
Rutilo; Anatásio	TiO <sub>2</sub>	Rochas ígneas; Rochas Metamórficas; Depósitos residuais	x	x	x
Silvita	KCl	Evaporitos	x	x	x
Talco	Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	Rochas metamórficas Rochas hidrotermalizadas	x	x	x
Zeólitas	(Variável)	Geodos em basaltos;	-	x	-
Zincita	ZnO	Veios hidrotermais; Rochas hidrotermalizadas; Depósitos residuais	x	x	x

Tendo em vista os diferentes processos geológicos e as peculiaridades físico-químicas necessárias para a formação de cada mineral, nem todas as espécies listadas na Tabela 1 ocorrem em condições adequadas para a exploração em Minas Gerais. Nesse caso, nos

tópicos subsequentes serão detalhadas apenas as principais espécies que se destacam no estado em termos da ocorrência de depósitos:

- i. **Argilominerais** (Argilas);
- ii. **Calcita** (Calcário);
- iii. **Enxofre**;
- iv. **Mica** (Muscovita);
- v. **Talco**.

Ainda em relação aos insumos minerais farmacêuticos e cosméticos, duas observações são importantes:

- i. Como é característico para os minerais industriais de forma geral, os insumos farmacêuticos e cosméticos também possuem aplicações em outros segmentos, podendo atuar como componentes de diversos outros tipos de produtos industriais, bem como em outras atividades econômicas. Dessa forma, em outros capítulos deste livro é possível encontrar maiores informações de alguns minerais da Tabela 1, não detalhados neste capítulo (Gibbsita - "**Alumínio**"; - Hematita e Magnetita - "**Ferro**"); Hidroxi-apatita "**Fertilizantes**"; Magnesita - "**Argilas e minerais refratários**"; Rutilo e Anatásio ("**Titânio**") e Zincita ("**Chumbo e Zinco**"). Da mesma forma, maiores detalhes em relação aos tipos aqui abordados com ênfase nas aplicações farmacêuticas, ou cosméticas, também podem ser verificados em outros capítulos (Argilominerais - "**Recursos para a Indústria Cerâmica e Vidreira**" e "**Argilas e minerais refratários**") e Calcita ("**Rochas Carbonáticas**");
- ii. Em termos de volume de material, a indústria farmacêutica e de cosméticos consome uma quantidade muito reduzida de matérias primas, se comparada com outros segmentos industriais (eg. cerâmicas, vidro, fertilizantes etc.). Nesse caso, nos dados estatísticos oficiais (anúários, sumários e informes minerais) essas indústrias são pouco relevantes com relação ao destino da produção mineral, sendo difícil determinar se o recurso mineral produzido no estado efetivamente é destinado para a uso nessas indústrias, ou se elas importam essas matérias primas de outros locais.

## 2. ARGILOMINERAIS FARMACÊUTICOS E COSMÉTICOS

A definição dos termos *argila* e *argilominerais* não é um consenso na literatura geológica, sendo, por vezes, um tema confuso e complexo. Abaixo, seguem as definições adotadas pelos órgãos internacionais de referência nos estudos sobre argilas (*Clay Minerals Society* – CMS e *Association Internationale pour l'Etude des Argiles* – AIPEA, [Bergaya & Lagaly 2013](#)):

- i. **Argila:** material natural, majoritariamente composto por minerais de tamanho muito reduzido, que apresenta comportamento plástico quando suficientemente misturado em água e comportamento rígido quando seco ou queimado. Os componentes que conferem a propriedade plástica das argilas são os argilominerais, ao passo que os minerais não plásticos e matéria orgânica, quando presentes, são classificados como fases acessórias, ou impurezas. Nessa definição, a frase “minerais de tamanho reduzido” foi utilizada pois os valores que limitam o tamanho das partículas argilosas podem variar conforme as disciplinas de estudo. Em sedimentologia, por exemplo, as partículas argilosas são aquelas menores do que 4  $\mu\text{m}$  (0,004 mm; conforme classificação de Wentworth 1922), ao passo que em Pedologia adota-se o valor de 2  $\mu\text{m}$  (0,002 mm);
- ii. **Argilominerais:** são os filossilicatos, ou quaisquer outros minerais, que conferem a propriedade plástica das argilas quando hidratados, e que adquirem comportamento rígido quando desidratados.

Com base nessas definições, verifica-se que termo *argilomineral* é genérico e admite várias espécies minerais diferentes, desde que atendam as propriedades de plasticidade e rigidez exigidas para a definição das argilas. Esse fato, aliado a diferenças quanto a estrutura cristalina, composição, origem e aplicações, implica em divergências na definição dos tipos de argilominerais existentes e como eles podem ser divididos em subgrupos em comum. Abaixo, alguns exemplos de referências que mostram essas divergências:

- i. No Manual de Ciência das Argilas (*Handbook of Clay Science* - [Bergaya & Lagaly 2013](#)), os autores classificam os tipos de argilominerais em sete grandes grupos: 1) Serpentina-Caulins; 2) Talco-Pirofilita; 3) Esmectitas; 4) Vermiculita; 5) Micas verdadeiras (flexíveis); 6) Micas quebradiças; e 7) Cloritas;
- ii. No capítulo referente às argilas da Enciclopédia de Química Industrial (*Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* - [Murray 2006](#)), os argilominerais mais importantes são divididos em cinco grupos principais: 1) Caulins; 2) Esmectitas; 3) Ilitas; 4) Cloritas; e 5) Paligorsquita e Sepiolita (Hormitas);
- iii. No livro Introdução aos Minerais Formadores de Rocha (DHZ – [Deer et al. 2013](#)), os argilominerais são as espécies que compõe os grupos da(s): 1) Caulinita; 2) Esmectitas; 3) Ilitas; 4) Vermiculita; e 5) Paligorsquita.

Para simplificar, neste trabalho serão considerados como argilominerais somente as espécies que notadamente ocorrem em tamanho menor do que o limite aceitável para as partículas argilosas (4  $\mu\text{m}$ ): os minerais do grupo da caulinita, as esmectitas, as ilitas e as

hormitas (paligorsquita e sepiolita). Assim, outros filossilicatos farmacêuticos ou cosméticos que também promovem a plasticidade das argilas (eg. micas e talco), mas que ocorrem em cristais maiores, não serão incluídos no grupo dos argilominerais e, portanto, serão discutidos em seções à parte neste capítulo.

Vale ressaltar que, sendo uma característica dos argilominerais o tamanho muito reduzido, eles não são observáveis a olho nu e nem mesmo em microscópios petrográficos convencionais. Nesse caso, a sua identificação pode ser feita qualitativamente com base nas propriedades dos tipos de argilas que produzem quando ocorrem como componentes majoritários. Entretanto, a diferenciação entre espécies semelhantes e a quantificação dos minerais presentes nessas argilas é possível apenas mediante análises laboratoriais, tais como imageamento em microscópio eletrônico de varredura (MEV), técnicas de difração de raios-X (difratometria), espectrometria de infravermelho (RAMAN) ou técnicas de análises térmicas (Murray 2006).

## 2.1. Mineralogia e geologia

Por serem minerais inertes, plásticos, adsorventes (retém líquido na superfície), absorventes (retém líquido na estrutura cristalina), tixotrópicos, coloidais, de alta superfície de contato e capacidade de trocas iônicas, bem como abundantes e de baixo valor agregado, os argilominerais dos grupos da **caulinita**, as **esmectitas** e as **hormitas** são os mais utilizados nas indústrias farmacêuticas e cosméticas (Carretero & Pozo 2009, 2010; Carretero *et al.* 2013).

Uma síntese dessas propriedades pode ser verificada na Tabela 2 e as características mineralógicas do principal mineral de cada grupo (**caulinita** -  $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$ , **montmorilonita** -  $[(Na,Ca)_{0,2}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2.nH_2O]$  e **paligorsquita**, ou atapulgita, -  $[(Mg,Al)_2Si_4O_{10}(OH).4H_2O]$ ) estão resumidas nas figuras 2, 3 e 4 (Deer *et al.* 2013, Klein & Dutrow 2012, Webmineral 2018). Essas figuras também apresentam uma síntese da gênese desses minerais (Murray 2006, Galán & Ferrell 2013), exemplos de localidades com depósitos importantes no mundo, no Brasil e em Minas Gerais (Klein & Dutrow 2012, DNPM 2011, Lima & Neves 2016, Dalla Costa *et al.* 2017), bem como a forma de atuação de cada espécie na confecção de produtos farmacêuticos ou cosméticos (Carretero & Pozo 2009, 2010).

**Tabela 2.** Principais propriedades dos argilominerais utilizadas pelas indústrias farmacêuticas e de cosméticos para a confecção dos diversos tipos de produtos. Fonte: Carretero & Pozo (2009, 2010) e Carretero *et al.* (2013).

PROPRIEDADES FARMACÊUTICAS E COSMÉTICAS DOS ARGILOMINERAIS	
Caráter inerte	Não reagem com agentes externos em um amplo intervalo de pH e não são tóxicos em humanos ou animais
Alta superfície de contato	Facilidade de interação com agentes externos
Adsorção	Retenção de diversos tipos de substâncias na superfície do mineral
Realizar trocas iônicas	Facilidade em liberar ou reter diversos tipos de elementos químicos
Caráter tixotrópico	Capacidade de se comportar como gel quando misturadas e agitadas em água e, ao mesmo tempo, de recuperar a coesão e o estado sólido, quando em repouso
Caráter coloidal	Capacidade de se dispersar em soluções, impedindo a separação de fases de uma mistura. Atuam como material aglomerante e promovem a homogeneização de substâncias imiscíveis
Elevada absorção e inchamento	Retenção de líquidos e aumento de volume
Plasticidade	Caráter moldável quando umidificadas
Isolantes térmicos	Retenção de calor
Baixo custo	A exploração em depósitos naturais é economicamente viável

Os argilominerais usados pelas indústrias farmacêuticas e cosméticas são explorados nos depósitos de argila, que também variam bastante quanto à composição e propriedades industriais a depender do contexto geológico em que foram formadas. Em linhas gerais, com base no processo genético envolvido na formação dos argilominerais, as argilas podem ser classificadas em dois tipos (Murray 2006, Galán & Ferrell 2013):

- i. **Argilas primárias:** ocorrem quando os argilominerais componentes são formados por processos de alteração (intempérica ou hidrotermal) atuantes em minerais pré-existentes. Nesse caso, os depósitos são mantos de alteração formados *in situ* e preservam as características da rocha fonte;

**Caulinita** [Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>]

**Classe mineral:** Silicato > Filossilicato > Grupo da caulinita

**Composição:** SiO<sub>2</sub> (46%); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (40%); H<sub>2</sub>O (14%)

**Dureza:** 2,0

**Densidade:** 2,6

**Clivagem:** Perfeita {001}

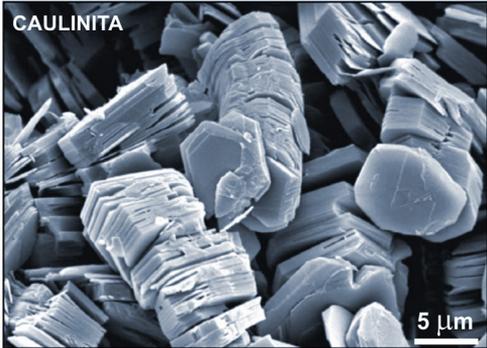
**Cor:** Branca. Com impurezas adquire cores diversas

**Estrutura mineral:** Arranjo *t-o* (1:1) Sucessivas camadas de tetraedros de sílica (*t*) conectadas em camadas octaédricas de alumínio (*o*)

**Brilho:** Terroso, Fosco

**Hábito:** Lamelar

**Ocorrência:** Mineral comum. Explorado em depósitos de **CAULIM** (Tipo de argila branca, ou próxima do branco)



Fonte: retirado de Wilson et al. (2014)



**Espécies semelhantes:** Haloisita; Dickita; Nacrita

**Gênese dos depósitos:** Processos variados

**Primários**

- alteração intempérica de minerais aluminosos;
- alteração hidrotermal de minerais aluminosos;

**Secundários**

- sedimentar (mineral detrítico / herdado);
- sedimentar (mineral autigênico / diagenético);

**Depósitos de caulim de importância mundial**

- Primário** - Inglaterra, República Checa, China, Estados Unidos etc.
- Secundário** - **Brasil** (Rio Jari - Amapá; e Rio Capim - Pará)

**Depósitos brasileiros:** Amapá, Pará, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais

**Depósitos em MG:** Mar de Espanha, Vermelho Novo, Ijaci, Tocantins, Governador Valadares, Ubá, Itabirito, etc.



Foto: acervo do autor (escala: cm)

**Aplicações farmacêuticas:** Medicamentos (*princípio ativo* ou *excipiente*);

**Princípio ativo**

**Uso oral:**  - Antidiarreicos;  
- Protetores gastrointestinais

**Uso na pele:**  - Anti-inflamatórios;  
- Anestésicos locais;  
- Protetores dermatológicos

**Excipiente**

**Funções:**

- Diluente e ligante;
- Emulsificante;
- Anti-fermentante;
- Aromatizante;
- Veículo

**Aplicações cosméticas:** Componente de cremes, pós, emulsões, maquiagens, protetores solares, etc.

**Figura 2.** Síntese das principais características mineralógicas, ocorrências e origem da caulinita, bem como exemplos de regiões mundiais, brasileiras e de Minas Gerais que detêm depósitos importantes desse bem mineral. As principais aplicações como mineral farmacêutico ou cosmético também estão assinaladas. A caulinita é o principal argilomineral do grupo da caulinita e quando ocorre em concentrações elevadas, forma os depósitos de um tipo especial de argila conhecida como caulim. Foto: Wilson et al. (2014).

- ii. **Argilas secundárias:** ocorrem quando os argilominerais primários sofrem algum tipo de transporte por agentes diversos (água líquida, gelo ou vento) e depositam-se em bacias sedimentares. Nesse caso, os depósitos são formados por sedimentos herdados de várias fontes. Nesse grupo também estão incluídas as argilas constituídas por minerais autigênticos, que são aquelas formados a partir da precipitação de fluidos durante a diagênese.

**Montmorilonita (Esmectita)**  
 $(\text{Na,Ca})_{0,2}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

**Classe mineral:** Silicato > Filossilicato > Grupo das Esmectitas

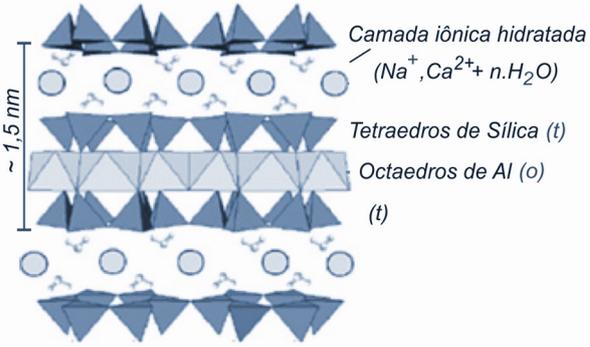
**Composição:** SiO<sub>2</sub> (44%); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (18%); Na<sub>2</sub>O (1%);  
**Dureza:** 2,0 CaO (1%); H<sub>2</sub>O (36%)

**Densidade:** 2,3 **Brilho:** Terroso, Fosco

**Clivagem:** Perfeita {110} **Hábito:** Lamelar

**Cor:** Variável

**Estrutura mineral:** Arranjo t-o-t (2:1), com sucessivas camadas iônicas que alojam moléculas de água

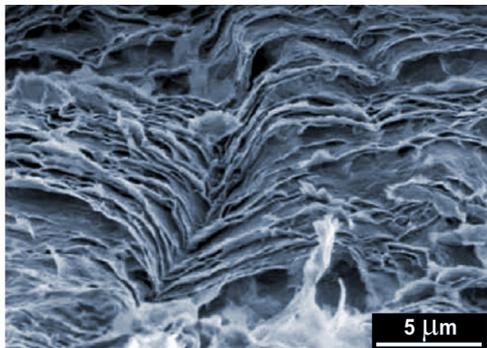


Camada iônica hidratada  
(Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>+ n.H<sub>2</sub>O)

Tetraedros de Sílica (t)

Octaedros de Al (o)

(t)



Fonte: retirado de Mounzon et al. (2016)

**Ocorrência:** Mineral comum em solos argilosos, porém associado com impurezas.

A montmorilonita ocorre em concentrações viáveis para a exploração em depósitos de uma argila específica conhecida como **BENTONITA**

- Argila muito plástica, com elevada propriedade absorvente, tixotrópica e coloidal.

**Gênese da Bentonita:**

- alteração de cinzas vulcânicas;
- alteração de rochas básicas em condições alcalinas.

**Espécies semelhantes:** - Saponita; - Hectorita; - Nontronita; - Sauconita;

---

**Depósitos de bentonita de importância mundial:** Estados Unidos, Alemanha, Argentina etc.

**Depósitos brasileiros:** Boa Vista (PB), Vitória da Conquista (BA) e Taubaté/Tremembé (SP)

**Depósitos em MG:** Sem registro de depósitos importantes até o momento

---

**Aplicações farmacêuticas:** Medicamentos (*princípio ativo ou excipiente*);

**Princípio ativo**

Uso oral:  - Antiácidos;  
 - Antidiarreicos;  
 - Protetores gastrointestinais

Uso na pele:  - Protetores dermatológicos

**Excipiente**

- Desintegrante; - Anti-fermentante;  
 - Diluente e ligante; - Aromatizante  
 - Emulsificante - Veículo

**Aplicações em cosméticos:** Componente de cremes, pós, emulsões, maquiagens, etc.

**Figura 3.** Síntese das principais características mineralógicas, ocorrências e origem da montmorilonita, bem como exemplos de regiões mundiais, brasileiras e de Minas Gerais que detêm depósitos importantes desse bem mineral. As principais aplicações como mineral farmacêutico ou cosmético também estão assinaladas. A montmorilonita é o principal argilomineral do grupo das esmectitas e quando ocorre em concentrações elevadas, forma os depósitos de um tipo especial de argila conhecida como bentonita.

Foto: Mouzon et al. (2016).

Uma outra maneira de se classificar as argilas é com base no conteúdo mineral, propriedades e aplicações. Nesse sentido, o mercado internacional adota uma classificação

que divide as argilas em seis grandes tipos (USGS 2018, DNPM 2011, Lima & Neves 2016, Dalla Costa *et al.* 2017):

- i. Argilas comuns;
- ii. Caulim;
- iii. Argilas plásticas;
- iv. Argilas refratárias;
- v. Bentonita;
- vi. Terras *fuller*.

### **Paligorsquita (Atapulgita)**



**Classificação:** Silicato > Filossilicato > Grupo das Hornitas

**Composição:** SiO<sub>2</sub> (59%); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (6%); MgO (20%);

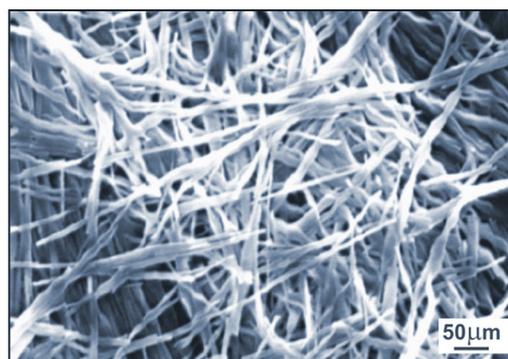
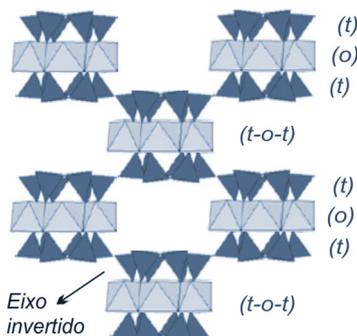
**Dureza:** 2,0 H<sub>2</sub>O (15%)

**Densidade:** 2,1

**Clivagem:** Boa {110} **Hábito:** Fibroso

**Brilho:** Terroso, Fosco **Cor:** Branca, cinza, marrom

**Estrutura mineral:** Arranjo t-o-t (2:1), com sucessivas camadas de tetraedros com eixo apical invertido



Fonte: retirado de Amorim & Angélica (2011)

**Ocorrência:** Argilomineral incomum. Ocorre em um tipo especial de argila conhecida como **TERRAS FULLER**

- Argila não plástica; - Elevado poder de absorção.

**Gênese dos depósitos:** Processos geológicos variados

- alteração de esmectitas em ambiente marinho;
- alteração de rochas básicas em condições alcalinas.
- precipitação química em lagos marinhos;
- mineral autigênico em solos residuais

**Espécie semelhante:** Sepiolita [Mg<sub>4</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>15</sub>(OH)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O]

**Depósitos de Terras Fuller com importância mundial:** Estados Unidos, Chile, Espanha, Senegal, Ucrânia etc.

**Depósitos brasileiros:** Guadalupi (PI) e Boa Vista (PB)

**Depósitos em MG:** Sem registros de depósitos importantes até o momento

**Aplicações farmacêuticas:** Medicamentos (*princípio ativo ou excipiente*);

**Funções:**

**Princípio ativo**

Uso oral:



- Antiácidos;
- Antidiarreicos;
- Protetores gastrointestinais

**Excipiente**

- Desintegrante;
- Diluente e ligante;
- Emulsificante
- Anti-fermentante;
- Aromatizante
- Veículo

**Aplicações em cosméticos:** Componente de cremes, pós, emulsões, maquiagens etc.

**Figura 4.** Síntese das principais características mineralógicas, ocorrências e origem da paligorsquita (atapulgita), bem como exemplos de regiões mundiais, brasileiras e de Minas Gerais que detém depósitos importantes desse bem mineral. As principais aplicações como mineral farmacêutico ou cosmético também estão assinaladas. Quando esse argilomineral ocorre em concentrações elevadas, eles formam um tipo especial de argila conhecida como terras *Fuller* (*Fuller's Earth*). Foto: Amorim & Angélica (2011).

Dentre esses tipos, o **caulim** (argilas esbranquiçadas compostas majoritariamente por caulinita, Figura 2), a **bentonita** (argilas compostas majoritariamente por montmorilonita, Figura 3) e as **terras Fuller** (argilas fibrosas, ricas em paligorskita e sepiolita; Figura 4), são os recursos mais visados para as indústrias farmacêuticas e de cosméticos.

## 2.2. Aplicações farmacêuticas e cosméticas

Com base nas propriedades listadas na Tabela 2, os argilominerais farmacêuticos possuem diversas funções na produção de medicamentos, seja atuando como **fármacos** (princípios ativos), seja como **excipientes**. Da mesma forma, eles podem ser usados com diversas finalidades na confecção de cremes, pós, emulsões, maquiagens, entre outros produtos. Com base em Carretero & Pozo (2009, 2010) e Carretero *et al.* (2013), a Tabela 3 mostra uma síntese das aplicações dos argilominerais.

**Tabela 3.** Síntese das principais formas de atuação dos argilominerais na produção de medicamentos e produtos cosméticos. Fonte: Carretero & Pozo (2009, 2010) e Carretero *et al.* (2013).

ATUAÇÃO COMO AGENTES TERAPÊUTICOS EM MEDICAMENTOS	
Antiácidos	Reduzem a acidez estomacal devido às propriedades absorventes e capacidade neutralizar diferentes tipos de ácidos
Protetores gastrointestinais	Aumentam a espessura da mucosa gástrica ou intestinal, diminuindo irritações e secreções gástricas. Além disso, adsorvem gases, toxinas, bactérias e até mesmo vírus
Antidiarreicos	Adsorvem e reduzem a quantidade de líquidos que chegam no intestino;
Protetores dermatológicos	Ajudam na fixação de pomadas dermatológicas que protegem a pele de agentes externos, ou que liberam substâncias com finalidades terapêuticas
Anti-inflamatórios e anestésicos locais	Adsorvem líquidos e retêm o calor (frio ou quente) no local aplicado, aliviando dores
ATUAÇÃO COMO EXCIPIENTES EM MEDICAMENTOS	
Agentes desintegrantes	Facilitam a desintegração do medicamento no estômago e liberação dos princípios ativos no corpo;
Agentes diluentes e ligantes	São minerais de carga (preenchimento/fillers) usados para diluir o princípio ativo (aplicado em quantidades muito reduzidas), em doses adequadas para que o consumo do medicamento seja administrado de uma forma prática. Ao mesmo tempo, ele atua como material maleável, que garante a coesão entre as partículas dos comprimidos sólidos.
Agentes emulsionantes e antiférmicos	Utilizados para homogeneizar misturas com substâncias imiscíveis, impedindo a separação dos componentes em fases diferentes. Ao mesmo tempo, impedem a floculação das partículas da mistura em agregados sólidos;
Aromatizantes	Ajudam a reduzir o gosto desagradável que alguns medicamentos apresentam
Veículos	Transportam o princípio ativo adsorvido na superfície e, devido à facilidade de promover trocas iônicas, o libera em diferentes regiões do corpo
ATUAÇÃO EM PRODUTOS COSMÉTICOS DIVERSOS	
Agentes opacificantes	Promovem a redução da transparência e a translucidez dos cosméticos
Agentes umidificantes	Ajudam a reter a umidade que mantém a propriedade plástica do cosméticos cremosos
Agentes emulsionantes	Promovem a homogeneização de misturas contendo substâncias imiscíveis
Controle de viscosidade	Regulam a textura dos cosméticos
Absorção e aderência	Ajudam na fixação dos produtos na pele.

Vale ressaltar que, além de atuarem com as funções sintetizadas na tabela 3, os argilominerais também são largamente utilizados com finalidades terapêuticas e estéticas em spas e centros de embelezamento.

## 2.3. Depósitos em Minas Gerais

### 2.3.1. Bentonita e Terras Fuller

Dentre os principais tipos de argilas exploradas como fonte para a obtenção dos argilominerais farmacêuticos e cosméticos (Figuras 2, 3 e 4), apenas o caulim apresenta reservas satisfatórias no estado de Minas Gerais (DNPM 2011, Dalla Costa *et al.* 2017).

A ausência de depósitos importantes de bentonita e terras *fuller* no estado pode ser justificada com base na gênese incomum dessas argilas, uma vez que o principal processo de formação dos depósitos é atribuído à deposição e alteração de cinzas vulcânicas em ambientes aquáticos redutores (Galán & Ferrell 2013). Dessa forma, como não há registros de atividade vulcânica recente (Cenozoico) em Minas Gerais, é de se esperar que os depósitos expressivos sejam, de fato, incomuns.

De acordo com o banco de dados da Agência Nacional de Mineração (SIGMINE 2018), os registros para bentonita no estado se resumem a seis títulos minerários localizados no Triângulo Mineiro (região de Uberaba e Uberlândia), todos em fase inicial de pesquisa. Com relação às argilas fibrosas, não há registros nesse banco de dados.

### 2.3.2. Caulim

Com relação às ocorrências de caulim, a maioria dos depósitos existentes no estado são do tipo primário, encontrados em solos residuais ou mantos de alteração derivados de granitos, gnaisses e pegmatitos. Tais rochas ocorrem em abundância em boa parte da porção leste e sul do estado, nos domínios do embasamento cristalino e da Província Pegmatítica Oriental (Paiva 1946, Pedrosa Soares *et al.* 2011). Vale ressaltar que também são registrados depósitos de caulim primário associados com o intemperismo de outras rochas ricas em feldspato, tais como filitos e quartzitos arcoseanos, esses encontrando-se em exposições expressivas ao longo de toda a região da Serra do Espinhaço.

De acordo com os dados do Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 2011), as principais reservas de caulim primário em Minas Gerais ocorrem nas proximidades dos seguintes municípios: Bambuí, Bela Vista de Minas, Belmiro Braga, Bicas, Brás Pires, Campestre, Capitólio, Caraí, Caratinga, Cataguases, Coronel Murta, Diamantina, Dona Euzébia, Espera Feliz, Governador Valadares, Inhaúma, Itabira, Itabirito, Juiz de Fora, Lassance, Mar de Espanha, Monte Sião, Ouro Fino, Patrocínio, Pequeri, Raul Soares, Santa Maria de Itabira, São Miguel do Anta, São Roque de Minas, Tocantins, Ubá e Vermelho Novo.

Os depósitos de caulim secundário (argilas plásticas) também são registrados em Minas Gerais, porém em menor quantidade e em locais restritos. Tais ocorrências estão associadas com a sedimentação recente (Cenozoica) em leitos de rios, lagos ou pântanos antigos. De acordo com o Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 2011), ocorrem depósitos desse tipo nas proximidades dos seguintes municípios: Alpecarta, Araxá, Bom Despacho, Esmeraldas, Inhaúma, João Pinheiro e Lassance.

### 3. CALCITA (CALCÁRIO)

---

A calcita é um carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) natural que ocorre como principal constituinte do calcário, uma rocha sedimentar química abundante e recorrente na superfície terrestre.

O calcário é uma rocha extremamente versátil com relação às aplicações industriais (ver capítulos “**Rochas Carbonáticas**”, “**Rochas Industriais**” e “**Recursos para a Construção Civil**”, nesse volume), sendo uma delas a de atuar como fonte de carbonato de cálcio para a formulação de produtos farmacêuticos e cosméticos (Tabela 1). Nesse caso, vale ressaltar que o volume de material consumido por essas indústrias é bem menor do que a quantidade utilizada para a confecção de diversos outros produtos de segmentos industriais distintos (eg. produção de cal, cimento, vidro, fertilizantes, agregados para a construção civil etc.).

#### 3.1. Mineralogia e geologia

A Figura 5 apresenta uma síntese das principais características mineralógicas da calcita (Deer *et al.* 2013, Klein & Dutrow 2012, Webmineral 2018), a localização de alguns importantes depósitos mundiais, brasileiros e em Minas Gerais (Klein & Dutrow 2012, DNPM 2011, Lima & Neves 2016, Dalla Costa *et al.* 2017), bem como uma síntese da sua principal atuação em produtos farmacêuticos e cosméticos (Carretero & Pozo 2009, 2010).

Com relação às fontes naturais, além de ocorrer como cristais milimétricos constituintes do calcário, dolomitos e mármore, a calcita também pode ser encontrada em outras formas na natureza, tais como (Klein & Dutrow 2012):

- i. **Cavernas**: em esculturas minerais diversas (espeleotemas), tais como estalactites, estalacmites, colunas etc.;
- ii. **Recifes de corais e conchas**: como mineral microcristalino constituinte de recifes e conchas formadas por ação biogênica;
- iii. **Veios hidrotermais**: como cristais maiores, bem formados (Figura 5), resultantes da precipitação de soluções hidrotermais ricas em cálcio;
- iv. **Carbonatitos**: como componente de rochas ígneas formadas a partir do resfriamento de um tipo específico de magma predominantemente composto por cálcio e outros álcalis (magma carbonatítico).

#### 3.2. Aplicações farmacêuticas e cosméticas

Tendo em vista suas características mineralógicas e propriedades (Figura 5), o carbonato de cálcio proveniente da calcita é utilizado como fármaco em medicamentos antiácidos, antidiarreicos e suplementos minerais, todos eles administrados via oral, seja na forma de pó armazenado dentro de cápsulas, seja como sólidos compactos em tabletes (comprimidos), seja na forma líquida, com o princípio ativo em suspensão (eg. xaropes e outros medicamentos).

<p><b>Calcita</b> (<math>\text{CaCO}_3</math>)</p> <p><b>Classe mineral:</b> Carbonato</p> <p><b>Composição</b> (fase pura): CaO (56%); <math>\text{CO}_2</math> (44%)</p> <p><b>Dureza:</b> 3,0</p> <p><b>Densidade:</b> 2,7</p> <p><b>Clivagem:</b> Romboédrica </p> <p><b>Cor:</b> Branca ou incolor, mas pode variar dependendo da presença de impurezas</p> <p><b>Hábito:</b> Variável, porém comum em romboedros</p> <p><b>Brilho:</b> Vítreo a terroso</p> <p><b>Transmissão da luz:</b> Variável (transparente a opaca)</p> <p><b>Birrefringência:</b> Elevada</p> <p><b>Reatividade:</b> Alta. Dissolve facilmente em contato com ácido clorídrico frio (HCl)</p> <p><b>Minerais semelhantes:</b> - Aragonita (polimorfo - <math>\text{CaCO}_3</math>) - Dolomita (<math>\text{MgCO}_3</math>)</p>		 <p><i>Cristal de calcita encontrada em zonas de veio hidrotermal. (Foto: acervo do autor, escala: cm)</i></p>	
<p><b>Ocorrência:</b> Abundante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Mineral formador de rochas</u></li> <li>Componente principal: <b>calcário, mármore;</b></li> <li>Secundário: margas, arenitos carbonáticos, dolomito, etc.</li> <li>- <u>Precipitado químico em cavernas</u> (espeleotemas)</li> <li>- <u>Mineral ígneo</u> (carbonatitos)</li> <li>- <u>Mineral hidrotermal</u> (cristais em veios)</li> <li>- <u>Mineral biogênico</u> (conchas e corais)</li> </ul>			
<p><b>Depósitos mundiais (Calcita):</b> Andreasberg (montanhas Harz - <b>Alemanha</b>); Guanajuato (<b>México</b>) Cumbria e Lancashire (<b>Inglaterra</b>);</p> <p><b>Depósitos brasileiros (Calcita):</b> Cacheiro de Itapemerim (<b>ES</b>); Castelo (<b>ES</b>); Aiuaba (<b>CE</b>); Ribeira (<b>SP</b>)</p> <p><b>Depósitos em MG (Calcário):</b> Arcos, Barroso, Caranaíba, Itaú de Minas, Lagoa Santa, Matozinhos, Montes Claros, Paracatu, Prudente de Moraes, São José da Lapa, Sete Lagoas</p>			
<p><b>Aplicações farmacêuticas:</b> Medicamentos (<i>princípio ativo ou excipiente</i>);</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p><b>Princípio ativo</b></p> <p><i>Uso oral:</i> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antiácidos;</li> <li>- Antidiarreicos;</li> <li>- Suplemento mineral;</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><b>Excipiente</b></p> <p><i>Funções:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desintegrante;</li> <li>- Diluente e ligante;</li> <li>- Corante e opacificante;</li> </ul> </td> </tr> </table>		<p><b>Princípio ativo</b></p> <p><i>Uso oral:</i> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antiácidos;</li> <li>- Antidiarreicos;</li> <li>- Suplemento mineral;</li> </ul>	<p><b>Excipiente</b></p> <p><i>Funções:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desintegrante;</li> <li>- Diluente e ligante;</li> <li>- Corante e opacificante;</li> </ul>
<p><b>Princípio ativo</b></p> <p><i>Uso oral:</i> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antiácidos;</li> <li>- Antidiarreicos;</li> <li>- Suplemento mineral;</li> </ul>	<p><b>Excipiente</b></p> <p><i>Funções:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desintegrante;</li> <li>- Diluente e ligante;</li> <li>- Corante e opacificante;</li> </ul>		
<p><b>Aplicações em cosméticos:</b> Confeção de pastas de dente</p>			

**Figura 5.** Síntese das principais características mineralógicas, ocorrências e origem da calcita, bem como exemplos de regiões mundiais, brasileiras e de Minas Gerais que detêm depósitos importantes desse bem mineral. As principais aplicações como mineral farmacêutico ou cosmético também estão assinaladas. (A amostra de calcita na foto é propriedade do laboratório petrográfico do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC-UFMG) e foi gentilmente cedida para fotografia).

Em cada um desses tipos de medicamentos, o carbonato de cálcio atua com funções diferentes (Carretero & Pozo 2010):

- i. **Antiácidos:** a finalidade que qualquer antiácido é equilibrar o pH estomacal devido ao excesso de ácido clorídrico (HCl) liberado pelo corpo. Nesse caso, como o carbonato de cálcio derivado da calcita reage facilmente com esse ácido, ela é utilizada para estimular o consumo de  $\text{H}^+$  e elevar o pH no estômago. Nesse processo, é produzido  $\text{Ca}^{2+}$ , gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), conforme a reação abaixo. Tais produtos não são tóxicos ao corpo e quando não absorvidos de alguma forma, são eliminados via urina (água e  $\text{Ca}^{2+}$ ), ou via eructação ( $\text{CO}_2$ );



- ii. **Antidiarreicos:** a diarreia é uma condição que o paciente adquire devido à influência nociva de um agente qualquer (bactéria, toxina etc.), que provoca o aumento da fluidez das fezes e da frequência de evacuação. Nesse caso, o tratamento consiste na eliminação desses agentes, mas os sintomas podem ser atenuados com o uso de antidiarreicos que, basicamente, atuam na redução da quantidade de água que chega no intestino grosso. Diferentemente dos argilominerais (atuam fisicamente absorvendo água na estrutura cristalina), o carbonato de cálcio proveniente da calcita é um antidiarreico que atua quimicamente. Nesse caso, após passar pelo estômago, ela fornece  $\text{Ca}^{2+}$  livre no intestino, que tende a ligar com outros íons e formar sais insolúveis que precipitam e ajudam a deixar as fezes mais sólidas e obstruir o intestino;
- iii. **Suplemento mineral:** o carbonato de cálcio atua na composição de suplementos que fornecem  $\text{Ca}^{2+}$  para indivíduos que apresentam deficiência em sais de cálcio.

Além da atuação terapêutica como princípio ativo, o carbonato de cálcio proveniente da calcita também é um recurso mineral excipiente, atuando nos medicamentos com diferentes funções (Carretero & Pozo 2009):

- i. **Agentes diluentes e ligantes:** por ser não tóxico, o carbonato de cálcio pode ser usado como material de preenchimento para diluir o princípio ativo em volumes adequados para o uso. Ao mesmo tempo, ele atua como material maleável, que garante a coesão entre as partículas dos comprimidos sólidos;
- ii. **Agentes desintegrantes:** quando ingerido, essa substância rapidamente se desintegra devido à reação com o ácido clorídrico estomacal. Dessa forma, o princípio ativo é absorvido e atua mais rapidamente no corpo;
- iii. **Corantes e opacificantes:** a calcita impura pode conter a presença de pequenas quantidades de óxidos de ferro, ou outros elementos não tóxicos, que conferem cor e o caráter opaco em alguns medicamentos.

Na indústria de cosméticos, a calcita moída é um recurso amplamente utilizado como componente das pastas de dente. Além de ser material de preenchimento que confere volume nesses produtos, é um mineral abrasivo que limpa o esmalte dos dentes, sem danificá-los, uma vez que a calcita é um mineral de dureza (D) na **escala de Mohs** menor (D = 3,0) do que os esmaltes dos dentes (D = 5,0; Carretero & Pozo 2010).

O carbonato de cálcio proveniente da calcita também é utilizado para a formulação de diversos produtos de higiene pessoal (sabonetes, xampus e sabonetes) bem como de maquiagens e cremes para cabelo e pele (COSMETICINFO 2018).

### 3.3. Depósitos em Minas Gerais

De acordo com o Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 2011), a calcita enquanto mineral isolado, não é um recurso que se apresenta em reservas satisfatórias em Minas Gerais. Nesse caso, a imensa maioria da calcita produzida no estado é proveniente dos calcários, que fornece a calcita após processado (triturado, moído e submetido a processos de separação de fases minerais e remoção impurezas).

Em relação às principais reservas de calcário, o Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 2011) aponta que esse recurso ocorre em quantidades consideráveis nos seguintes municípios do estado: Alpinópolis, Araguari, Arcos, Baldim, Bambuí, Barroso, Campo Belo, Candeias, Caranaíba, Carmo do Rio Claro, Corinto, Córrego Fundo, Curvelo, Doresópolis, Formiga, Fortaleza de Minas, Iguatama, Ijaci, Itabirito, Itacarambi, Itaú de Minas, Januária, Lagamar, Lagoa da Prata, Lagoa Santa, Mar de Espanha, Matozinhos, Montes Claros, Ouro Preto, Pains, Papagaios, Paracatu, Paraopeba, Pedra do Indaiá, Pedro Leopoldo, Pitangui, Poté, Prados, Presidente Juscelino, Presidente Olegário, Prudente de Moraes, Santa Luzia, Santana do Riacho, São João del Rei, São José da Lapa, Sete Lagoas, Uberaba, Unaí, Varjão de Minas, Vazante e Vespasiano.

Com relação à produção, o Anuário Mineral Minas Gerais - Ano 2014 (Dalla Costa *et al.* 2017), aponta que as minas de calcário mais importantes ocorrem nos seguintes municípios: Arcos, Barroso, Caranaíba, Itaú de Minas, Lagoa Santa, Matozinhos, Montes Claros, Paracatu, Prudente de Moraes, São José da Lapa e Sete Lagoas.

As principais empresas produtoras de calcário em Minas Gerais no ano de 2014 foram: Companhia Siderúrgica Nacional (CSN); Mineração Belocal Ltda.; ICAL Indústria de calcinação Ltda.; Votorantim Cimentos S.A.; InterCement Brasil S.A.; Agroindustrial Delta de Minas S.A.; AGRIMIG Calcário Agrícola Ltda.; Holcim (Brasil) S.A., Mineração Lapa Vermelha Ltda., Empresa de Cimentos Liz S.A.; Mineração Fazenda dos Borges Ltda.; EIMCAL Empresa Industrial de Mineração Calcária Ltda.; LAFARGE Brasil S.A.; Indústria e Comércio de Calcário INAE Ltda.; Cimento Tupi; Ultracal Indústria e Comércio Ltda.; JLX Mineração S.A.; Mineração Barroso Indústria e Comércio Ltda.; Indústria de Cal SN Ltda. e ERCAL Empresas Reunidas de Calcário Ltda.

Devido às inúmeras aplicações do calcário na construção civil ou nas indústrias, esse recurso também é abordado em outros capítulos desse livro ("**Recursos para a Construção Civil**", "**Recursos minerais das indústrias cerâmica e vidreira**", "**Rochas Industriais**") e uma síntese mais detalhada dos depósitos em Minas Gerais dos aspectos geológicos envolvidos pode ser verificada no capítulo "**Rochas Carbonáticas**".

## 4. ENXOFRE

O enxofre (S) é um elemento conhecido pelo homem há séculos, sendo utilizados desde os tempos das civilizações egípcias, chinesas e gregas para pigmentação, preparação de banhos de purificação em rituais religiosos, tratamento de pele, como componente da pólvora etc. (Leslie *et al.* 2004, Albuquerque *et al.* 2005). A Figura 6 mostra um exemplo de um cartão propaganda divulgado por uma empresa de sabonetes dermatológicos nos Estados Unidos (Glenn's) no início do século XX, com ênfase na presença de enxofre em sabonetes e seus benefícios no tratamento de doenças de pele.

Atualmente, além da produção de produtos farmacêuticos e cosméticos, esse recurso também é amplamente utilizado na confecção de fertilizantes (maior demanda), inseticidas e fungicidas, como reagentes na indústria química, como material corante em produtos diversos, no fabrico de papel, em fotografia, entre outras aplicações (Albuquerque *et al.* 2005).



**Figura 6.** Detalhe de propaganda de sabonetes dermatológicos à base enxofre nos Estados Unidos, no início do século XX. O uso desse mineral em medicamentos para a pele é uma prática antiga e comum até hoje (Leslie *et al.* 2004).

Como recurso natural, o enxofre é um mineral amarelado que ocorre no seu estado nativo em depósitos vulcanogênicos e sedimentares evaporíticos. No primeiro caso ele se forma a partir da precipitação de gases vulcânicos, ao passo que no segundo caso resulta da ação de microrganismos, ou de reações químicas redutoras em bacias sedimentares marinhas em climas quentes (Albuquerque *et al.* 2005). Entretanto, devido à ocorrência restrita e ausência de grandes depósitos passíveis de instalações de minas, o enxofre nativo é muito pouco explorado no mundo, sendo majoritariamente produzido a partir de fontes alternativas. Dentre elas, destacam-se a produção do enxofre a partir do refino de petróleo e gás natural, bem como a partir de uma série de minerais que pertencem à classe dos sulfetos (*eg.* pirita –  $\text{FeS}_2$ , esfalerita –  $\text{ZnS}$ , calcopirita –  $\text{CuFeS}_2$ , arsenopirita -  $\text{FeAsS}$  etc.), ou dos sulfatos (gipsita –  $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , barita –  $\text{BaSO}_4$  etc.). Nesse caso, tais minerais são

submetidos a reações controladas em usinas de tratamento que produzem o enxofre na forma de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; [Albuquerque et al. 2005](#)).

No Brasil, a exploração de enxofre se deve ao refino do petróleo e gás natural das bacias petrolíferas, do beneficiamento de folhelhos betuminosos associados a camadas de carvão, bem como subproduto das usinas de empresas mineradoras de ouro, zinco e níquel, que possuem elevadas concentrações de sulfetos associados. Entretanto, o país não produz a demanda exigida pelo mercado e ainda é extremamente dependente dos recursos importados ([Lima & Neves 2016](#)).

#### 4.1. Mineralogia e geologia

A Figura 7 apresenta uma síntese das principais características mineralógicas do enxofre nativo ([Klein & Dutrow 2012](#), [Webmineral 2018](#)), a localização de alguns importantes depósitos mundiais desse mineral, bem como os depósitos brasileiros e de Minas gerais utilizados como fontes de sulfetos para a obtenção do ácido sulfúrico ([Klein & Dutrow 2012](#), [DNPM 2011](#), [Lima & Neves 2016](#)). A figura mostra também uma síntese das principais atuações desse recurso em produtos farmacêuticos e cosméticos ([Carretero & Pozo 2010](#), [COSMETICINFO 2018](#)).

<p><b>Enxofre (S<sub>8</sub>)</b></p> <p><b>Classe mineral:</b> Elemento Nativo</p> <p><b>Composição:</b> S (100%)</p> <p><b>Dureza:</b> ± 2,0</p> <p><b>Densidade:</b> 2,0</p> <p><b>Clivagem:</b> –</p> <p><b>Cor:</b> Amarelo</p> <p><b>Hábito:</b> Maciço</p> <p><b>Transmissão da luz:</b> Transparente - Translúcido</p> <p><b>Brilho:</b> Resinoso</p> <p><b>Reatividade:</b> Queima com facilidade</p> <p><b>Ocorrência:</b> Mineral incomum.</p> <p><b>Origem:</b> (i) Gases vulcânicos (ii) Ambientes evaporíticos</p>		 <p>Foto: Ben Mills</p>
<p><b>Fontes alternativas</b></p>	<p><b>Sulfetos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pirita (FeS<sub>2</sub> ; S = 53%)</li> <li>- Calcopirita (CuFeS<sub>2</sub> ; S = 35%)</li> <li>- Arsenopirita (FeAsS ; S = 20%)</li> <li>- Esfalerita (ZnS ; S = 33%)</li> </ul> <p><b>Sulfatos</b> - Gipsita (CaSO<sub>4</sub> 2.H<sub>2</sub>O; S = 19%);</p>	
<p><b>Depósitos de enxofre nativo de importância mundial</b></p> <p><b>Depósitos brasileiros:</b></p> <p><b>Depósitos em MG:</b></p>	<p><b>Vulcânicos:</b> Itália, México, Argentina, Havaí, Chile, Japão etc.</p> <p><b>Evaporíticos:</b> Estados Unidos, México</p> <p><b>Fontes Alternativas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refino de petróleo e gás (<b>Bacias costeiras</b>)</li> <li>• Beneficiamento de sulfetos (<b>MG</b>);</li> </ul> <p>Usinas de tratamento de sulfetos em Fortaleza de Minas e Sabará</p>	
<p><b>Aplicações farmacêuticas:</b> Medicamentos (<i>princípio ativo</i>);</p> <p><b>Princípio ativo</b></p> <p><b>Uso na pele:</b></p>	<p>- Antissépticos;</p> <p>- Queratolíticos;</p>	
<p><b>Aplicações em cosméticos:</b> Cremes protetores e renovadores da pele; Produtos para cabelo</p>		

**Figura 7.** Síntese das principais características mineralógicas, ocorrências e origem do enxofre, bem como exemplos de regiões mundiais, brasileiras e de Minas Gerais que detêm depósitos importantes desse bem mineral. As principais aplicações como mineral farmacêutico ou cosmético também estão assinaladas. Foto: Ben Mills.

## 4.2. Aplicações farmacêuticas e cosméticas

Na indústria farmacêutica, o enxofre é amplamente utilizado como fármaco (princípio ativo) na produção de medicamentos antissépticos e queratolíticos, ambos administrados sobre a pele em formas variadas (loções, colírios, pós, cremes, pomadas, xampus ou suspensões; Carretero & Pozo 2010). Abaixo, uma síntese da função do enxofre nesses remédios:

- i. **Antissépticos:** A finalidade que qualquer antisséptico é inibir o crescimento microbial, ou destruir microrganismos (bactérias e fungos) do corpo. Nesse caso, o enxofre atua como agente adstringente que promove a contração da pele, fechando os poros, reduzindo secreções e, conseqüentemente, a umidade do local onde os microrganismos proliferam. Além disso, em algumas situações, o enxofre também atua como reagente para estimular a produção de ácidos que são tóxicos para certos tipos de bactérias e fungos;
- ii. **Queratolíticos:** Os medicamentos queratolíticos auxiliam na remoção de tecidos superficiais cutâneos, ajudando na regeneração da pele em tratamento de infecções cutâneas como dermatite seborreica, psoríase, eczema crônico, acne etc. Nesse caso, o enxofre aplicado atua reagindo com aminoácidos das células epidérmicas, produzindo compostos que auxiliam na quebra da queratina, uma proteína fibrosa que mantém a coesão dos tecidos superficiais da pele.

Como recurso cosmético, o enxofre é utilizado em cremes que promovem a renovação e embelezamento da pele, bem como em produtos para cabelo que conferem maior elasticidade, brilho e textura dos fios capilares (COSMETICINFO 2018).

## 4.3. Depósitos em Minas Gerais

Tendo em vista a constituição do substrato geológico de Minas Gerais, o estado não detém reservas de enxofre nativo e não possui minas que exploram essa substância como recurso principal.

Apesar disso, Minas Gerais exerce uma forte influência em relação à produção nacional de enxofre, sendo um grande produtor de ácido sulfúrico proveniente de sulfetos que ocorrem associados com a exploração de metais nobres como o ouro e o zinco (Lima & Neves 2016). Nesse sentido, duas empresas mineradoras (Anglogold Ashanti - Córrego do Sítio Mineração S.A e Nexa Resources S.A) se destacam no cenário estadual por suas importantes usinas de tratamento de sulfetos. Abaixo, as principais características dessas usinas e dos depósitos onde as empresas extraem os sulfetos:

- i. **Usina Queiroz (Nova Lima):** usina de tratamento de minério instalada no Quadrilátero Ferrífero, nas proximidades da cidade de Nova Lima, de propriedade da mineradora Anglogold - Córrego do Sítio Mineração S.A. Trata-se de uma mineradora com três importantes minas na região (Cuiabá e Lamego, em Sabará, e Córrego do Sítio, em Santa Bárbara) que exploram ouro associado à sequência *greenstone* pertencente ao Supergrupo Rio das Velhas, de idade arqueana. Esses depósitos, especialmente o da mina de Cuiabá, produzem grandes quantidades de

sulfetos metálicos como subproduto (pirita, calcopirita e arsenopirita principalmente), os quais são direcionados para a usina de tratamento de minérios de Queiroz. Maiores informações a respeito dessas minas e dos depósitos de ouro em Minas Gerais podem ser verificadas no capítulo “**Ouro**”, desse volume;

- ii. **Nexa Resources S.A. - Usinas de Três Marias e Juiz de Fora:** são usinas de tratamento de minério da antiga mineradora Votorantim Metais S.A. (recentemente incorporada na empresa Nexa Resources S.A.), que é a maior mineradora de chumbo e zinco no estado. O principal depósito dessas substâncias ocorre na região de Vazante (mina de Vazante) e Paracatu (mina Morro Agudo), ambas localizadas na região noroeste do estado, nos domínios das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí. Entre outros minerais-minério, ambas as minas extraem a esfalerita (ZnS) para a produção do Zinco, sendo parte da produção destinada às usinas de tratamento para a produção de ácido sulfúrico. Maiores informações a respeito dessas minas e dos depósitos de Vazante e Paracatu podem ser verificadas no capítulo “**Chumbo e Zinco**”, desse volume;
- iii. **Usina da mina Morro do Níquel (Fortaleza de Minas):** trata-se de uma usina de tratamento de sulfetos, também da empresa Nexa Resources S.A., instalada da mina de Fortaleza de Minas, localizada nas proximidades da cidade homônima, na região sudoeste do estado. Trata-se de um depósito de níquel que ocorre na forma de sulfeto maciço e granular e sua gênese é atribuída a um complexo máfico-ultramáfico de idade arqueana, com influência de enriquecimento supergênico recente. Apesar das atividades de mineração do níquel terem sido paralisadas em 2014 (Lima & Neves 2016), a usina de tratamento ainda está atividade, funcionando com matéria prima externa (NEXA 2017). Maiores informações a respeito das característica dos depósitos de níquel de Fortaleza de Minas podem ser verificadas no capítulo “**Níquel**”, desse volume.

## 5. MICAS (MUSCOVITA)

As micas correspondem a um grupo de silicatos que pertencem à classe dos minerais em forma de folhas (filossilicatos) e que apresentam várias propriedades físico-químicas em comum, dentre elas uma clivagem basal perfeita, a superfície lisa e o brilho intenso ao refletir a luz. Nesse sentido, acredita-se que a palavra “mica” é derivada do latim “micare”, que significa “aquilo que brilha” (Benbow *et al.* 2012).

No mercado, as micas são classificadas em dois tipos, cada um com aplicações específicas (Hecht 1997, Benbow *et al.* 2012):

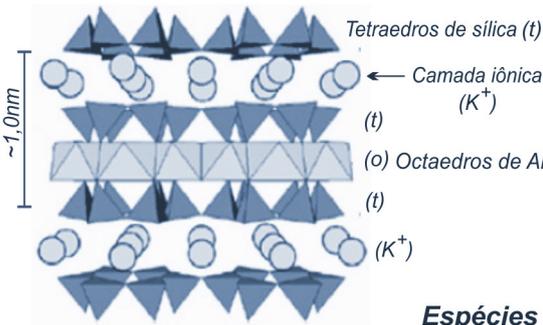
- i. **Mica em folha** (*sheet mica*): são as micas comercializadas na sua forma mais natural, ou seja, em placas/folhas cuidadosamente removidas dos depósitos. Conforme as dimensões e a presença de defeitos que prejudicam o corte, essas micas são classificadas em bloco (*block*), película (*film*) e lâminas (*splitting*). Os agregados compostos por micas de vários tamanhos são conhecidos como *flake* ou *scrap*. Por serem minerais isolantes, resistentes, flexíveis e facilmente cortados, a indústria eletroeletrônica é a principal consumidora das micas em folhas para a confecção de diversos tipos de produtos (eg. chips, capacitores, transmissores, isoladores elétricos etc.);
- ii. **Mica moída ou pó de mica** (*grounded mica*): são as micas trituradas, moídas e reduzidas a tamanhos micrométricos. A principal fonte desses materiais são as micas em folha que apresentam defeitos que impedem a sua utilização no setor eletroeletrônico. As aplicações da mica em pó são diversas: como mineral de carga em plásticos, borrachas e tintas, como agentes estabilizantes em perfurações de poços, como agentes de pigmentação, opacificantes e reguladores da viscosidade em produtos diversos (eg. cosméticos) etc.

O grupo das micas é composto por diversos tipos de minerais, sendo os mais comuns a muscovita  $[KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2]$ , a biotita,  $[K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2]$  e a flogopita  $[KMg_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2]$ , contendo também algumas espécies mais raras, tais como as micas ricas em lítio e flúor (lepidolita e zinnwaldita), as micas sódicas (paragonita e glauconita), as micas ricas em cálcio (margarita e xantofilita), entre outras (Benbow *et al.* 2012).

Dentre essas espécies, a muscovita é a mica mais importante sob o ponto de vista de aplicações industriais, sendo o principal tipo usado na confecção de diversos tipos de cosméticos (Carretero & Pozo 2010).

### 5.1. Mineralogia e geologia

A Figura 8 apresenta uma síntese das principais características mineralógicas da muscovita (Deer *et al.* 2013, Klein & Dutrow 2012, Webmineral 2018), a localização de alguns importantes depósitos mundiais, brasileiros e em Minas Gerais (Klein & Dutrow 2012, DNPM 2011, Lima & Neves 2016, Dalla Costa *et al.* 2017), bem como uma síntese da sua principal atuação em produtos cosméticos (Carretero & Pozo 2010).

<p><b>Muscovita</b> <math>K,Al_2(Al,Si)_3O_{10}(OH)_2</math></p> <p><b>Classe mineral:</b> Silicato &gt; Filossilicato &gt; Grupo das Micas</p> <p><b>Composição:</b> <math>SiO_2</math> (45%); <math>Al_2O_3</math> (38%); <math>K_2O</math> (12%); <math>H_2O</math> (4%)</p> <p><b>Dureza:</b> 2,0 - 2,5</p> <p><b>Densidade:</b> 2,8 - 2,9 g/cm<sup>3</sup></p> <p><b>Clivagem:</b> Perfeita {001}      <b>Hábito:</b> Lamelar</p> <p><b>Cor:</b> Incolor, Cinza, Branco, tons de prata, verde e marrom</p> <p><b>Transmissão da luz:</b> Transparente a Translúcido</p> <p><b>Brilho:</b> Vítreo (o nome "mica" deriva do latim "micare", que significa "brilhar")</p>		 <p>Foto: Muscovita em placa (acervo do autor; escala: cm)</p>
<p><b>Estrutura cristalina:</b> Arranjo t-o-t (2:1) com camada iônica, não hidratada, majoritariamente constituída por Potássio</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Tetraedros de silica (t)</p> <p>← Camada iônica (K<sup>+</sup>)</p> <p>(t)</p> <p>(o) Octaedros de Al</p> <p>(t)</p> <p>(K<sup>+</sup>)</p> </div> </div> <p><b>Propriedades industriais:</b> Baixa reatividade; flexível; isolante térmico e elétrico; resistência mecânica; brilho intenso</p> <p><b>Ocorrência:</b> Mineral comum e abundante</p> <p><b>Origem:</b> Variável: - Ígnea, - Metamórfica, - Hidrotermal; - Sedimentar.</p> <p>Os depósitos economicamente viáveis comumente estão associados com <b>pegmatitos</b></p> <p><b>Espécies semelhantes:</b> Sericita, talco e outras micas</p>		
<p><b>Formas de comercialização:</b> Em placas / folhas ("sheet") ou moída ("ground")</p>		
<p><b>Depósitos mundiais:</b> Pegmatitos de Bihar e Rajasthan (ÍNDIA); Pegmatitos de Piedmont - Carolina do Sul (EUA)</p> <p><b>Depósitos brasileiros:</b> Província pegmatítica oriental (MG, ES, BA); Província pegmatítica do Seridó (RN, PB)</p> <p><b>Depósitos em MG:</b> Araçuaí, Caiana, Dom Joaquim, Gov. Valadares, Rubelita, Cons. Pena, S. José da Safira, etc.</p>		
<p><b>Aplicações farmacêuticas:</b> -</p> <p><b>Aplicações em cosméticos:</b> É material de preenchimento (carga), confere brilho, plasticidade, pigmentação e opacidade em diversos produtos (maquiagens, batons, cremes para pele, produtos para as unhas, etc.)</p>		

**Figura 8.** Síntese das principais características mineralógicas, ocorrências e origem da muscovita, bem como exemplos de regiões mundiais, brasileiras e de Minas Gerais que detêm depósitos importantes desse bem mineral. As principais aplicações como mineral farmacêutico ou cosmético também estão assinaladas. Foto: acervo do autor.

A muscovita é um mineral formador de rocha recorrente e abundante, podendo ser encontrada em vários tipos de rochas cuja gênese pode estar relacionada com diferentes processos geológicos. Apesar de comumente ser encontrada em xistos, filitos e gnaisses formados a partir do metamorfismo de rochas aluminosas, a sua exploração predomina em rochas ácidas (silicosas), de granulação grossa, denominadas pegmatitos. Essas rochas são granitoides que ocorrem na forma de veios, diques, lentes ou bolsões e refletem os estágios finais da cristalização de magma em resfriamento. Nessa situação, os fluidos cristalizam lentamente e os minerais possuem tempo e espaço para crescer livremente, formando cristais de grandes dimensões (Figura 9).



**Figura 9.** Detalhe de cristais bem formados de muscovita em amostra de pegmatito quartzo-feldspático. Esse tipo de rocha é a principal fonte para a produção de muscovita, tanto na variedade em folhas, quando as placas são bem formadas e livres de imperfeições, como para produção de mica moída. Foto: acervo do autor.

## 5.2. Aplicações farmacêuticas e cosméticas

Na indústria farmacêutica, a muscovita não possui aplicabilidade expressiva, possivelmente devido ao fato de não apresentarem a mesma eficiência do que os argilominerais quanto às propriedades de absorção, adsorção, dispersão em líquidos, trocas iônicas, plasticidade ou propriedades coloidais e tixotrópicas. Entretanto, por ser um mineral inerte, não tóxico, insolúvel em água, plástico, brilhante, translúcido/opaco e iridescente/cintilante, a muscovita é um importante recurso mineral para a na indústria cosmética, sendo comumente utilizada para a confecção de vários tipos de batons, produtos para unhas, cremes para a pele e diversos tipos de maquiagens. Além disso, ela também atua como fonte de potássio ( $K^+$ ) para a produção de sais de banho (Carretero & Pozo 2010, COSMETICINFO 2018).

## 5.3. Depósitos em Minas Gerais

Minas Gerais é um estado muito privilegiado com relação à presença de pegmatitos, que ocorrem em uma longa faixa NNE-SSW distribuída por toda a região leste, estendendo-se também pelos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia. Todo o conjunto forma a denominada Província Pegmatítica Oriental (Paiva 1946, Figura 10), uma das regiões mais importantes do Brasil no que se refere às ocorrências de rochas ornamentais e diversos tipos de minerais industriais, incluindo a muscovita.

A Província Pegmatítica Oriental está inserida nos domínios do Orógeno Araçuaí, uma entidade geotectônica que representa uma cadeia de montanhas que se desenvolveu nessa porção do território brasileiro durante o Neoproterozoico-Cambriano, entre cerca de 630 e 490 milhões de anos atrás (Pedrosa Soares *et al.* 2011, Figura 10). Os pegmatitos estão

associados a esse contexto e, em linhas gerais, sua gênese pode ser atribuída à cristalização de magmas tardios provenientes de vários plútons graníticos que se instalaram na crosta continental durante os estágios de formação e evolução do Orógeno Araçuaí (suítes ígneas G1 a G5, [Pedrosa Soares et al. 2011](#)).

De acordo com [Correia Neves \(1997\)](#), os pegmatitos ricos em muscovita ocorrem em grande número na Província Oriental e são agrupados em distritos locais, dois deles no estado da Bahia (São João do Paraíso e Vitória da Conquista-Itambé) e oito em Minas Gerais (aqui nomeados de acordo com os municípios onde ocorrem; Figura 10):

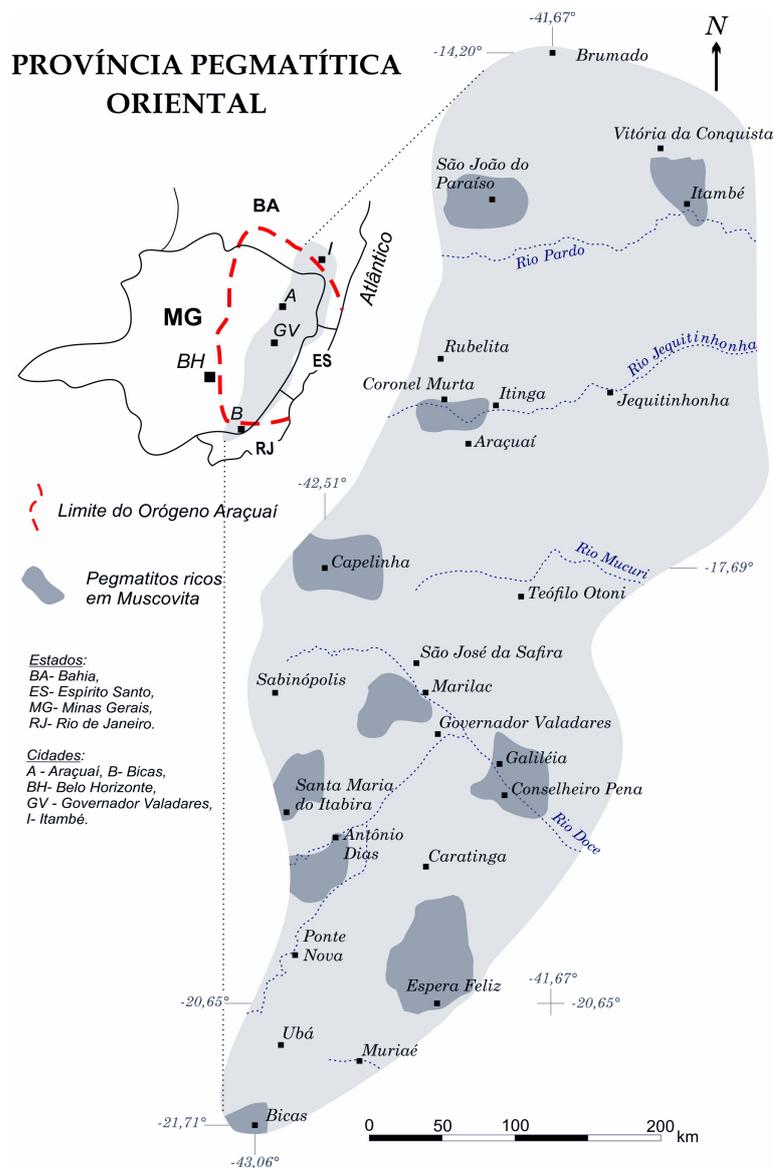
- i. Distrito de Araçuaí-Coronel Murta-Itinga;
- ii. Distrito de Santa Maria do Itabira;
- iii. Distrito de Capelinha;
- iv. Distrito de Antônio Dias;
- v. Distrito de Governador Valadares-Marilac-São José da Safira;
- vi. Distrito de Espera Feliz;
- vii. Distrito de Conselheiro Pena-Galiléia;
- viii. Distrito de Bicas.

Cada um desses distritos contém inúmeros corpos pegmatíticos, normalmente nomeados conforme a toponímia onde ocorrem, os quais apresentam diversas variações conforme as suas características morfológicas e/ou mineralógicas. No relatório de cadastro dos recursos minerais do Projeto Leste ([Netto et al. 1998](#)), é possível verificar o nome, a localização, a associação mineral e potencial para a exploração referente às ocorrências de Minas Gerais. Com base nessa referência, verifica-se que a grande maioria dos corpos possuem a muscovita como parte da assembleia mineral, porém na maioria das vezes ela não é apontada como recurso aproveitado economicamente, seja por questões de mercado, seja pela quantidade existente no depósito.

Os pegmatitos ricos em muscovita são relativamente comuns e são caracterizados pelo zoneamento mineralógico, normalmente contendo a muscovita em folhas (Figura 9) nas zonas mais externas de veios e diques (zona de parede), ou nas regiões próximas aos núcleos em bolsões e nódulos ([Moura 1997](#)). Segundo esse autor, a produção da micas em folhas nos corpos pegmatíticos da Província Oriental fez parte da história do Brasil durante a segunda Guerra Mundial, representando a fonte de 95% do volume exportado entre 1939 e 1945. Nessa época, as principais lavras ocorriam nos depósitos da região de Governador Valadares, Espera feliz, Santa Maria do Suaçuí, Conselheiro Pena, Bicas, Raul Soares e Cataguases (Figura 10), sendo alguns corpos explorados tão intensamente a ponto de exaurir a muscovita. Nesse sentido, dentre os principais depósitos de muscovita da Província Pegmatítica Oriental, [Moura \(1997\)](#) apresenta três exemplos importantes:

- i. **Pegmatito da Fazenda Pomarolli** (município de Divino das Laranjeiras – Distrito de Conselheiro Pena-Galiléia; Figura 10);

- ii. **Pegmatito Urucum** (município de Galiléia – Distrito de Conselheiro Pena-Galiléia; Figura 10);
- iii. **Pegmatito Golconda** (município de Governador Valadares – Distrito de Governador Valadares-Coronel Murta-Itinga; Figura 10).



**Figura 10.** Detalhe da Província Pegmatítica Oriental e as regiões/distritos com elevado potencial para a ocorrência de pegmatitos ricos em muscovita. Fonte: adaptado de Correia Neves (1997).

O elevado volume da produção na época da Segunda Guerra Mundial destacou a Província Pegmatítica Oriental no cenário mundial, sendo atribuída a ela a fama de conter uma das mais importantes reservas de muscovita do mundo (Benbow *et al.* 2012). Entretanto, atualmente a produção brasileira é dominada por outros estados, com predominância de lavras em pegmatitos existentes no Rio Grande do Norte e Paraíba (Província Pegmatítica do Seridó; Sumário Mineral Brasileiro – Lima & Neves 2016). De acordo com essa fonte e com o Anuário Mineral de Minas Gerais (Dalla Costa *et al.* 2017), não houve produção oficial de muscovita no estado durante o ano de 2014, o que implica na ausência de minas e mineradoras legalizadas que exploram a mica como produto

principal. Com base na distribuição dos títulos minerários em Minas Gerais (Agência Nacional de Mineração - SIGMINE 2018), verifica-se que essa situação se mantém até hoje, não havendo registro de lavras oficiais no estado.

Um dos fatores que justifica a ausência de dados de produção é o fato das micas ocorrerem associadas a gemas (berilo, topázio, outros minerais industriais, *eg.* quartzo e feldspato) sendo, na maioria das vezes, obtida como subproduto da lavra desses recursos. Moura (1997) acrescenta que a baixa produção se deve ao fato de que o mercado é bem abastecido de muscovita de boa qualidade proveniente de depósitos mundiais de referência, que produzem muito e conseguem reduzir o preço. Além disso, Benbow *et al.* (2012) indicam que a produção de muscovita em Minas Gerais é limitada devido ao fato do tamanho restrito dos depósitos e a localização afastada em relação aos grandes centros consumidores.

O Anuário Mineral Brasileiro – ano 2010 (DNPM 2011), complementa a informação da localização dos depósitos mais favoráveis para a produção de muscovita, informando que Minas Gerais encerrou o ano de 2010 com cerca de 60 mil toneladas de reservas medidas desse recurso. Segundo essa fonte, tais reservas ocorrem distribuídas entre os municípios de Araçuaí, Caiana, Conselheiro Pena, Dom Joaquim - Sabinópolis, Governador Valadares, Rubelita e São José da Safira (Figura 10).

## 6. TALCO

O talco é um filossilicato de magnésio hidratado  $[Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2]$  que detém uma característica bem diagnóstica: em relação aos outros milhares de minerais existentes, ele é o mais macio, ou seja, é a referência de mineral com o menor valor de dureza na escala de *Mohs* ( $D = 1,0$ ; [Deer et al. 2013](#)). Além dessa característica, outras propriedades como o caráter plástico e a inércia química, a insolubilidade em água e em ácidos fracos, a elevada flexibilidade e resistência térmica, a aderência, o brilho perláceo e a textura untuosa (sedosa) ao tato, fazem do talco um recurso mineral versátil, amplamente utilizado na confecção de diversos tipos de produtos industriais, à exemplo das cerâmicas e materiais refratários, plásticos, borrachas, fertilizantes, alimentos veterinários, além de ser um insumo importante nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos ([Tufar 2000](#)).

Diferentemente de alguns outros tipos filossilicatos (eg. micas), o talco raramente está disponível livre na natureza e sua exploração é feita em tipos específicos de rochas que detém esse mineral como constituinte principal: os talco-xistos e as rochas conhecidas como esteatitos (pedra-sabão). Nesse caso, a obtenção do talco industrial (livre de impurezas) decorre do beneficiamento dessas rochas. Além dessas rochas, o talco também pode ser obtido como mineral secundário no agalmatolito, um tipo de rocha metamórfica-hidrotermal, caracterizada por conter como principal constituinte a pirofilita  $[Al_2Si_4O_{10}(OH)_2]$ , um filossilicato com propriedades semelhantes ao talco e que também pode ser insumo mineral farmacêutico ou em produtos cosméticos ([Tufar 2000](#)). Maiores detalhes a respeito dessa rocha e as aplicações da pirofilita podem ser verificados no capítulo “**Agalmatolito**” desse volume.

### 6.1. Mineralogia e geologia

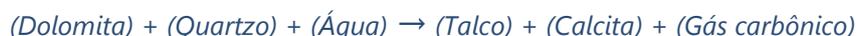
A Figura 11 apresenta uma síntese das principais características mineralógicas do talco ([Deer et al. 2013](#), [Klein & Dutrow 2012](#), [Webmineral 2018](#)), a localização de alguns importantes depósitos mundiais, brasileiros e em Minas Gerais ([Klein & Dutrow 2012](#), [DNPM 2011](#), [Lima & Neves 2016](#), [Dalla Costa et al. 2017](#)), bem como uma síntese das principais aplicações em produtos farmacêuticos e cosméticos ([Carretero & Pozo 2009, 2010](#)).

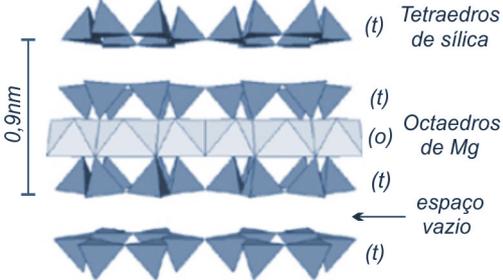
Com relação à origem, o talco é um mineral secundário que se forma a partir de transformações mineralógicas induzidas por processos metamórficos-hidrotermais em rochas ígneas magnesianas como peridotitos, dunitos, basaltos e gabros (máficas-ultramáficas) ou em calcários dolomíticos portadores de sílica ([Deer et al. 2013](#), [Klein & Dutrow 2012](#), [Tufar 2000](#)). Abaixo, uma síntese de como o talco se forma nesses tipos de rochas:

- i. **Talco em calcários dolomíticos metamorfizados:** resulta do metamorfismo térmico de baixo grau imposto em calcários dolomíticos impuros portadores de sílica (quartzo). Os depósitos comumente ocorrem na forma de lentes, nódulos ou bolsões e são formados por rochas que contém o talco em associação com minerais como tremolita, calcita, quartzo e dolomita. A depender da temperatura e composição da fonte, diferentes reações metamórficas governam o processo, sendo

comum a produção do talco a partir da dolomita e do quartzo quando as temperaturas atingem valores da ordem de 425 °C (Tufar 2000);

Abaixo, o detalhe dessa reação:



<p><b>Talco</b> (<math>Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2</math>)</p> <p><b>Classe mineral:</b> Silicato &gt; Filossilicato</p> <p><b>Composição:</b> SiO<sub>2</sub> (64%); MgO (32%); H<sub>2</sub>O (4%)</p> <p><b>Dureza:</b> 1,0</p> <p><b>Densidade:</b> 2,58 - 2,63 g/cm<sup>3</sup></p> <p><b>Clivagem:</b> Perfeita {001}      <b>Hábito:</b> Lamelar</p> <p><b>Cor:</b> Incolor, branco, verde pálido, amarelo esbranquiçado, castanho.</p> <p><b>Transmissão da luz:</b> Translúcido</p> <p><b>Reatividade:</b> Baixa. Insolúvel em água e ácidos fracos</p> <p><b>Estrutura cristalina:</b> Arranjo t-o-t (2:1) com ausência preenchimento iônico entre as lamelas devido ao pouco espaço</p>		 <p>Foto: Talco-xisto (acervo do autor; escala: cm)</p>
	<p><b>Brilho:</b> Perláceo / Nacarado</p> <p><b>Textura:</b> Untuosa / gordurosa (ao tato)</p> <p><b>Ocorrência:</b> Mineral formador de rocha. (Quando em concentrações anômalas, é explorado em depósitos de Talco-xistos ou Esteatitos (Pedras-sabão))</p> <p><b>Origem:</b> Metamórfica ou hidrotermal</p> <p>(i) <u>Metamorfismo de baixo grau em calcários dolomitos</u></p> <p><math>Dolomita + Quartzo + Água \rightarrow Talco + Calcita + CO_2</math></p> <p>(ii) <u>Alteração hidrotermal de rochas básicas (Esteatização)</u></p> <p><math>Serpentina + CO_2 \rightarrow Talco + Magnesita + Água</math></p>	
<p><b>Espécie semelhante:</b> - Pirofilita [<math>Al_2SiO_{10}(OH)_2</math>]</p>		
<p><b>Depósitos mundiais:</b> Montes Apalaches (Vermont - Geórgia) (EUA); Tirol (ÁUSTRIA); Ariège (FRA); etc.</p> <p><b>Depósitos brasileiros de referência:</b> Brumado (BA); Nova Lima e Ouro Preto (MG); São Mamede (PB); Ponta Grossa, Jaguariaíva, Piên e Castro (PA); Bom Sucesso de Itararé e Itapeva (SP).</p> <p><b>Depósitos em MG:</b> Caranaíba, Carandaí, Congonhas, Mariana, Nova Lima, Ouro Preto, Ouro Branco, Piranga</p>		
<p><b>Aplicações farmacêuticas:</b> Medicamentos (<i>princípio ativo ou excipiente</i>);</p>		
<p><b>Princípio ativo</b>    <i>Uso na pele:</i>     - Protetores dermatológicos</p>	<p><b>Excipiente</b>    <i>Funções:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lubrificante;</li> <li>- Diluente e ligante;</li> <li>- Emulsionante;</li> <li>- Anti-fermentante;</li> <li>- Aromatizante;</li> <li>- Veículo.</li> </ul>	
<p><b>Aplicações em cosméticos:</b> Cremes para pele, maquiagens, pós absorventes e perfumados para bebês, etc.</p>		

**Figura 11.** Síntese das principais características mineralógicas, ocorrências e origem do talco, bem como exemplos de regiões mundiais, brasileiras e de Minas Gerais que detêm depósitos importantes desse bem mineral. As principais aplicações como mineral farmacêutico ou cosmético também estão assinaladas.

- ii. Talco em rochas máficas-ultramáficas hidrotermalizadas: resulta da interação entre os silicatos magnesianos das rochas ígneas originais (olivinas, piroxênios e anfibólios) com fluidos hidrotermais em temperaturas elevadas. O processo de alteração responsável pela produção do talco nessas rochas é denominado

esteatização e resulta na formação do esteatito, uma rocha majoritariamente constituída por talco e quantidades variáveis de outros minerais como clorita, magnesita, anfíbios (tremolita, antofilita etc.) e óxidos de ferro e de cromo etc. Normalmente, o processo de formação do talco nessas rochas ocorre em duas etapas: 1) hidratação e transformação dos silicatos ferromagnesianos em serpentina (processo conhecido como serpentinização) e 2) carbonatação e transformação da serpentina em talco (processo conhecido como talco-carbonatação). A título de exemplo, as reações abaixo mostram os detalhes da produção do talco a partir da olivina magnésiana (fosterita):



(Olivina) + (Água) → (Serpentina) + (Brucita)

(Serpentinização)

- Fosterita -



(Serpentina) + (Gás carbônico) → (Talco) + (Magnesita) + (Água)

(Talco-carbonatação)

Vale ressaltar que, mesmo sendo um processo comum, a síntese do talco a partir da transformação da serpentina está sujeita ao raio de influência do fluido hidrotermal, sendo comum a ocorrência de depósitos zonados, com presença de esteatitos com diferentes proporções em relação ao conteúdo de talco e serpentina. Nesse caso, depósitos de talco em rochas máficas-ultramáficas normalmente formam zonas mineralizadas, ou auréolas, bem definidas e os esteatitos mais puros tendem a ocorrer na forma de filões, lentes ou bolsões onde a interação entre o fluido e a rocha fonte foi intensa.

## 6.2. Aplicações farmacêuticas e cosméticas

Na indústria farmacêutica, o talco é utilizado com finalidades terapêuticas em medicamentos de aplicação na pele (pomadas, pós e cremes) que visam a proteção contra a ação de agentes externos, redução de secreção, refrescância e até mesmo, em alguns casos, como agentes antissépticos eliminadores de microrganismos como bactérias e fungos. Essas aplicações decorrem de diferentes propriedades do talco, dentre elas a capacidade de absorção e retenção de líquidos, o caráter aderente, a alta plasticidade e o caráter inerte, não tóxico em humanos. O talco também ajuda na manutenção do medicamento na pele durante mais tempo, o que reduz as exsudações e secreções, deixando a pele menos úmida e menos favorável à proliferação de microrganismos (Carretero & Pozo 2010).

Apesar de ser usado na formulação desses medicamentos, a maior aplicação do talco em medicamentos é como excipiente, sendo utilizado com diferentes propósitos a depender do tipo de remédio (Carretero & Pozo 2009):

- i. **Agente lubrificante:** por ser um mineral macio, sedoso e plástico, o talco ajuda na lubrificação de comprimidos sólidos durante a compressão e modelamento do medicamento na fase compressão;

- ii. **Agente diluente e ligante:** por ser inerte, não tóxico, aderente e plástico, o talco pode ser usado como material de preenchimento (carga mineral) para diluir o princípio ativo em doses adequadas para o uso. Ao mesmo tempo, ele atua como material maleável, que garante a coesão entre as partículas dos comprimidos sólidos;
- iii. **Agente antifermentante:** assim como os argilominerais (Figuras 2, 3 e 4), por ser aderente e plástico, o talco também possui propriedades coloidais e tixotrópicas que permitem a sua utilização como agentes que impedem a floculação de medicamentos líquidos compostos por substâncias imiscíveis;
- iv. **Aromatizante:** apesar ser menos absorvente do que os argilominerais, o talco também pode ser utilizado para mascarar o sabor desagradável de alguns medicamentos administrados viral oral;
- v. **Veículo:** o caráter absorvente, a alta superfície de contato, e retículo cristalino formado por espaços vazios entre as camadas (Figura 11), assim como os argilominerais o talco também pode ser usado como agente transportador do princípio ativo, distribuindo-o em vários locais do corpo.

Na indústria cosmética, o talco é um dos minerais mais utilizados na formulação de diversos tipos de cremes, maquiagens e pós cosméticos para bebês e adultos. Por ser um mineral inerte, não tóxico, insolúvel, plástico, aderente, translúcido/opaco e absorvente, o talco permite a fixação e manutenção desses produtos na pele, ajuda na retenção de partículas externas, permite o recobrimento de manchas, reduz a oleosidade, a secreção (antitranspirante) e ajuda na formação de uma película opaca que protege a pele da radiação solar (Carretero & Pozo 2010, COSMETICINFO 2018).

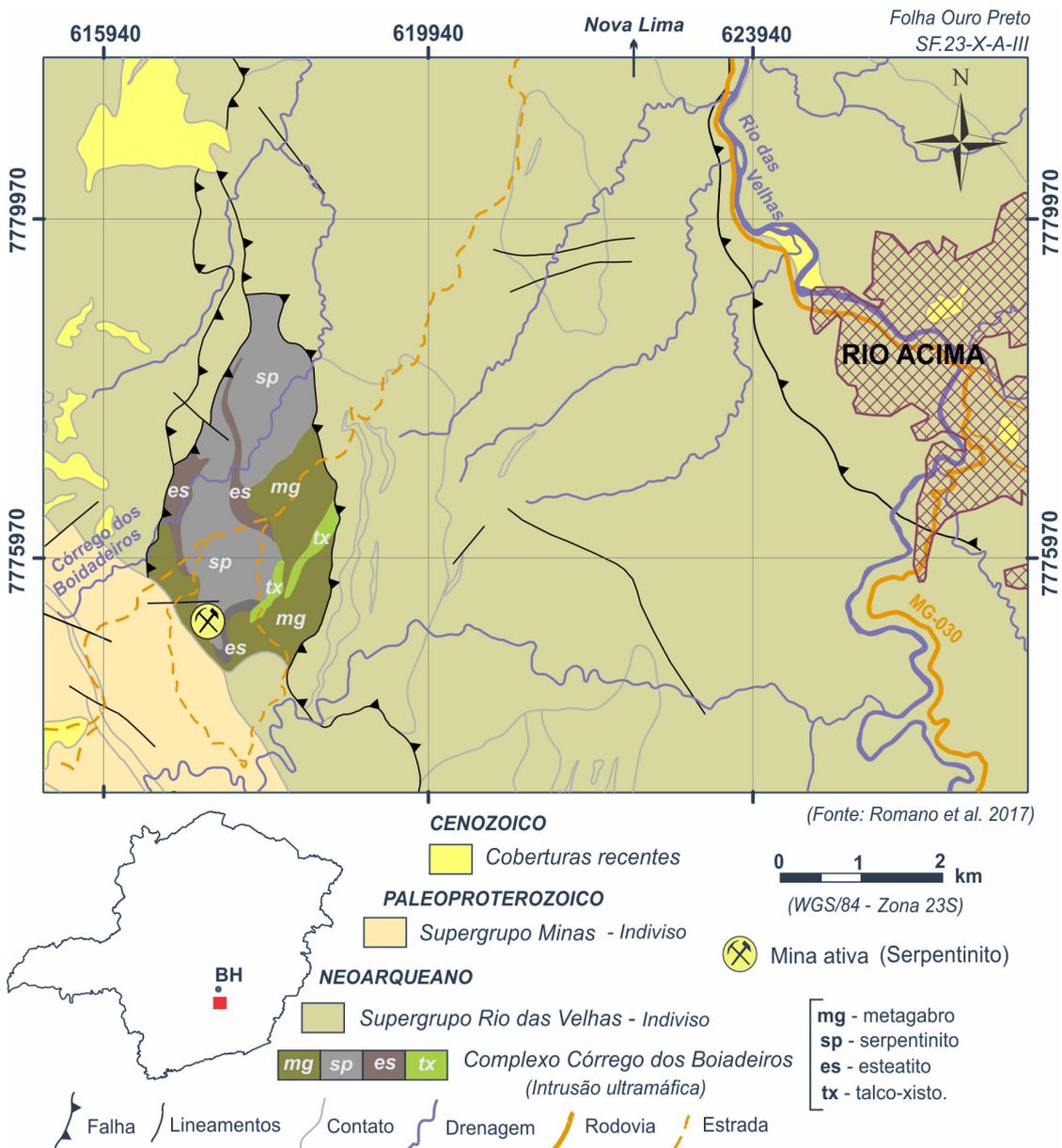
Além da produção de medicamentos e diversos tipos de produtos cosméticos, o talco também é um mineral aplicado em um procedimento cirúrgico conhecido como pleurodese. A pleura é uma membrana que recobre o pulmão e a cavidade torácica e contém uma pequena quantidade de líquidos que ajudam a dissipar o atrito e permitir o deslizamento do pulmão quando inflado. Em virtude de uma condição patológica, a pleura pode acumular uma quantidade maior de líquidos (derrame pleural), o que implica em série de problemas respiratórios ao paciente. Nesse caso, a pleurodese consiste na remoção do líquido pleural e fechamento do espaço onde ele se acumula. Uma das formas mais eficazes de se fazer isso é mediante a introdução de uma solução rica em talco na cavidade pleural. Por ser um mineral não tóxico, inerte e absorvente, ele aderente as paredes do tecido pleural, remove o espaço e estimula a fibrose celular que impede a acumulação de líquidos (Saito *et al.* 2006, Carretero & Pozo 2009).

### 6.3. Depósitos em Minas Gerais

De acordo com informações disponíveis no Anuário Mineral do Brasil – ano 2010 (DNPM 2011) e em Lara Filho (1997), os principais depósitos de talco em Minas Gerais ocorrem na porção sul do Quadrilátero Ferrífero, nas proximidades dos municípios de Nova Lima e Rio Acima, Caranaíba e Carandaí, Ouro Branco, Ouro Preto e Congonhas.

### 6.3.1. O talco da região de Nova Lima - Rio Acima

Segundo DNPM (2011), os depósitos que ocorrem na região de Nova Lima e Rio Acima representam a segunda maior reserva do Brasil (reserva medida em cerca de 36 milhões de toneladas), atrás somente dos depósitos que ocorrem na região de Ponta Grossa (PR), que detém aproximadamente 102 milhões de toneladas. De acordo com o mapa geológico dessa região (Romano & Rezende 2017b), o talco dessa região está relacionado ao Complexo Córrego dos Boiadeiros, uma unidade geológica que representa um corpo ultramáfico neoarqueano, intrusivo nas rochas da sequência *greenstone* do Supergrupo Rio das Velhas e discordante em relação à sequência sedimentar, paleoproterozoica, do Supergrupo Minas (Figura 12).



**Figura 12.** Mapa geológico da região onde ocorrem os depósitos de serpentinitos, esteatitos e talco-xistos nas proximidades das cidades de Rio Acima e Nova Lima (localizada a norte da área desse mapa). Essa é uma maiores reservas do país e está relacionada com a intrusão de um corpo ultramáfico durante o Neoarqueano e posteriormente submetido a processos de alteração hidrotermal (Complexo Córrego dos Boiadeiros).

Fonte: Folha Ouro Preto, 1:100.000 (Romano & Rezende 2017b).

Trata-se de um corpo alongado segundo a direção N-S com cerca de 4km de comprimento e predominantemente constituído por metagabros, serpentinitos, esteatitos e talco-xistos (Figura 12). Essas últimas rochas derivam da alteração dos serpentinitos, ocorrem na borda do corpo e apresentam-se na forma de lentes e filões, cuja morfologia está relacionada com a percolação de fluidos hidrotermais durante o desenvolvimento de falhas inversas posteriores (Romano & Rezende 2017a).

Apesar de possuir grandes quantidades de talco, a empresa mineradora que atualmente explora a região (Pedras Congonhas Ltda.) está instalada em um grande depósito de serpentinito, que é lavrado visando atender as demandas do mercado da construção civil (britas), das siderúrgicas (pó de pedra rico em magnésio) e de alguns setores industriais como o fabrico de plástico e borracha. Nesse sentido, apesar de haver registros de grandes quantidades de talco nessa região (Figura 13), diferentemente das estatísticas apresentadas em DNPM (2011), no Anuário Mineral Estadual – Ano 2014 (Dalla Costa *et al.* 2017), essas reservas não estão contabilizadas no campo do talco.



**Figura 13.** A) Aspecto geral da mina que atualmente explora o serpentinito do corpo intrusivo que ocorre na região de Nova Lima e Rio Acima. B) Este depósito também detém grandes quantidades de talco na forma de lentes e filões de esteatitos e talco-xistos associados à alteração desse serpentinito. Fotos: Pedras Congonhas Ltda., acesso em 1/6/2018).

### 6.3.2. O talco da região de Caranaíba - Carandaí

Lara Filho (1997) indica que o talco das regiões de Caranaíba e Carandaí ocorre em morfologia lenticular e provavelmente sua origem está relacionada com a alteração

hidrotermal de diques máficos-ultramáficos. Nesse caso, tais fluidos hidrotermais estariam relacionados com a instalação de intrusões graníticas no embasamento gnáissico. Nessa região, o talco é caracterizado pela predominância da cor verde clara e é o principal constituinte de xistos que, por vezes, também apresentam menores quantidades de biotita e anfibólio (actinolita).

Conforme informações do mapa geológico da Folha Conselheiro Lafaiete (SF.23-X-A-VI, escala 1:100.000; Santos & Baltazar 2013), a principal mina de talco dessa região encontra-se a nordeste de Carandaí e atualmente está inativa. O depósito de talco está instalado em cima de uma zona de cisalhamento translacional dextral, que estabelece o contato tectônico entre os metapelitos com lentes de calcário da Formação Barroso (idade mesoproterozoica) e os gnaisses do tipo TTG do Complexo Caatinga (idade paleoproterozoica). De acordo com o banco de dados dos títulos minerários registrados junto à Agência Nacional de Mineração (SIGMINE 2018), a lavra nesse depósito se iniciou no ano de 1940 e o direito de exploração está concedido à empresa Citalco – Mineração e Indústria de Talco.

### 6.3.3. O talco da região de Ouro Preto - Ouro Branco - Congonhas

De acordo com Lara Filho (1997), a exploração de talco nessa região ocorre desde a época da colonização, sendo as pedras-sabão um insumo mineral bastante consumido para ornamentação e o fabrico de peças artísticas (eg. os doze profetas de Congonhas, obra de Aleijadinho). Entretanto, com o passar do tempo, o talco também passou a ser utilizado também como insumo industrial. Segundo esse autor, os depósitos de talco nessa região estão associados a esteatitos encaixados em gnaisses, xistos e migmatitos do embasamento cristalino e a alteração hidrotermal é produto de uma série de fluidos formados durante a instalação de intrusões graníticas regionais. Tais depósitos, por vezes, apresentam-se zonados com presença de esteatitos maciços mais puros e rochas mais impuras, contendo diferentes concentrações de carbonatos, anfibólios e cloritas.

Conforme informações do mapa geológico da Folha Conselheiro Lafaiete (SF.23-X-A-VI, escala 1:100.000; Santos & Baltazar 2013), os esteatitos de Congonhas estão encaixados em trondhjemitos acinzentados, equigranulares, foliados, ricos em enclaves máficos, de idade Riacciana. Com base nas informações dos títulos minerários (SIGMINE 2018), a exploração do talco/esteatito nessa região se resume a uma pedreira registrada pela empresa Dias de Minas – Minerações do Brasil Ltda.

Os depósitos da região de Ouro Branco e Ouro Preto, por sua vez, concentram-se nas proximidades do município de Santa Rita de Ouro Preto e ocorrem em rochas metaultramáficas, serpentinitos e talco xistos agrupados que ocorrem na forma de lentes estiradas segundo a direção NW-SE dentro do Complexo Santo Antônio do Pirapetinga. Essa é uma unidade atribuída ao Paleoarqueano e é composta por um conjunto de rochas máficas-ultramáficas metamorfizadas e hidrotermalizadas em função de fluidos controlados por zonas de cisalhamento NW-SE (Santos & Baltazar 2013). Com base nas informações dos títulos minerários (SIGMINE 2018), duas empresas que se destacam na exploração do talco/esteatito nessa região são: 1) Comércio e Indústria Verbazaa Ltda. e 2) Indústria e Comércio São José Ltda.

## 7. ASPECTOS ECONÔMICOS DOS RECURSOS MINERAIS FARMACÊUTICOS E COSMÉTICOS

Conforme verificado nos itens anteriores, são inúmeros os recursos minerais com aplicações na indústria farmacêutica e de cosméticos (Tabela 1). Além disso, como é característico dos minerais industriais, essas substâncias também possuem diversas aplicações em outros setores industriais que, via de regra, consomem a maior parte do volume dos insumos oferecidos no mercado. Dessa forma, não existem informações sobre os aspectos econômicos dessas substâncias especificamente para as indústrias farmacêuticas e de cosméticos. Além disso, esses segmentos industriais são caracterizados por serem importadores de matérias primas e, tendo em vista fatores como a necessidade de tecnologia avançada, mão de obra qualificada, o uso recorrente de outras matérias primas (origem animal, vegetal ou sintéticas), não há relação de proximidade das unidades industriais com as jazidas minerais.

Com base nessas características, neste item será feita uma abordagem geral dos aspectos econômicos apenas das principais substâncias utilizadas nesses segmentos: argilominerais (caulim e bentonita), calcário (calcita), enxofre, mica (muscovita) e talco.

### 7.1. Reservas

#### 7.1.1. Mundiais e Brasileiras

As reservas mundiais de argilominerais, calcário, enxofre e mica são abundantes e, por isso, muitas vezes não existem dados precisos disponíveis dessas reservas em outros países. De acordo com o Sumário Mineral Brasileiro (Lima & Neves 2016), as reservas dessas substâncias registradas no Brasil foram:

- i. Bentonita (34.916.000 t);
- ii. Caulim (7.056.000.000 t);
- iii. Mica (4.000.000 t);
- iv. Talco/Pirofilita (52.133.000 t).

No caso do Enxofre, a quantificação das reservas não se aplica, tendo em vista que é recuperado como subproduto. Já com relação ao calcário, no Sumário Mineral Brasileiro (Lima & Neves 2016), as reservas estão reportadas categorizadas em Cal, Calcário Agrícola e Cimento. As principais reservas dessas substâncias no Brasil estão esquematizadas na Tabela 4.

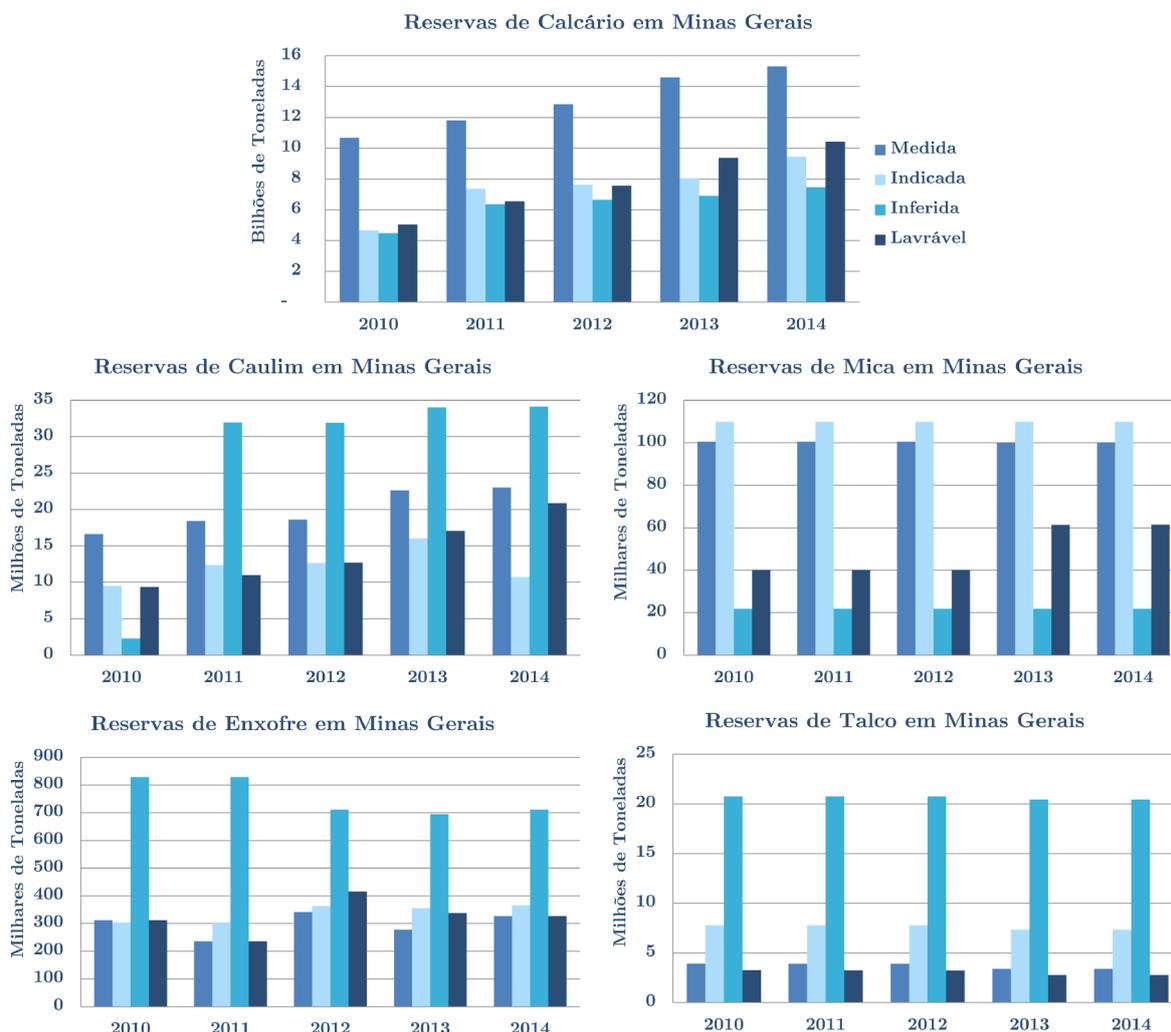
**Tabela 4.** Principais reservas de Bentonita, caulim, mica e talco/pirofilita no Brasil.

Bentonita	Caulim	Mica (Muscovita)	Talco
Paraná 45,6%	PA (IPIXUNA DO PARÁ)	TO (Porto Nacional)	Minas Gerais
São Paulo 24,5%	AP (Vitória do Jari)	MG (Caiana, Governador Valadares e Brás Pires)	Bahia
Paraíba 21,8%	AM (Manaus/Rio Preto da Eva)	PA (Nova Palmeira, Pedra Lavada e Picuí)	Paraná
Bahia 8,1%	-	RN (Parelhas)	São Paulo
-	-	CE (Morada Nova)	-

Fonte: Sumário Mineral Brasileiro (Lima & Neves 2016).

### 7.1.2. Em Minas Gerais

No estado de Minas Gerais existem reservas de calcário, caulim, enxofre, mica e talco (Figura 14), não sendo reportadas reservas de bentonita até o ano de 2014 (Anuário Mineral Estadual de Minas Gerais - *Dalla Costa et al. 2017*).



**Figura 14.** Reservas minerais de Calcário, Caulim, Enxofre, Mica e Talco no estado de Minas Gerais nos anos de 2010 a 2014. Fonte: Anuário Mineral Estadual de Minas Gerais (*Dalla Costa et al. 2017*).

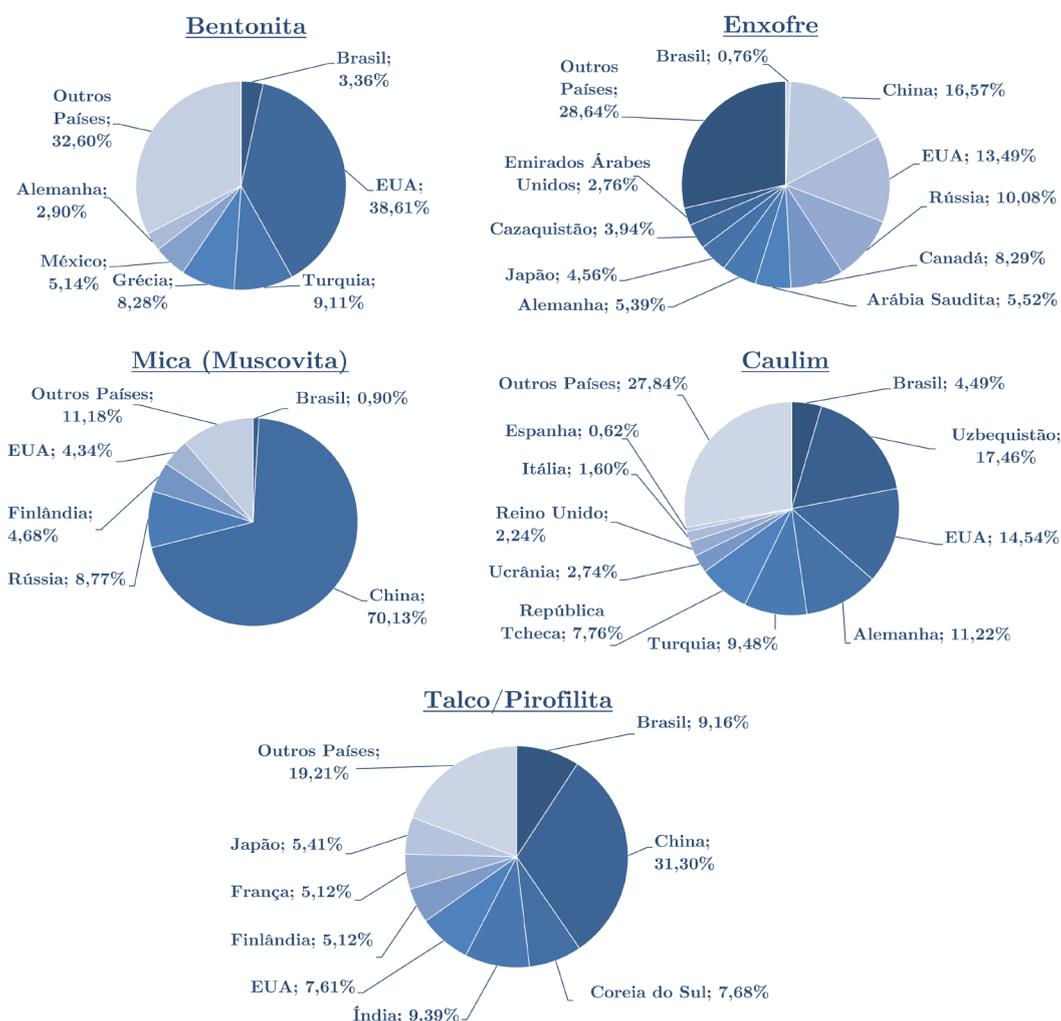
Dentre as substâncias analisadas, o calcário apresenta as maiores reservas totalizando mais de 15 bilhões de toneladas na categoria de reserva medida no ano de 2014. O caulim, segundo mais abundante, nesse mesmo ano apresentou cerca de 23 milhões de toneladas em reservas medidas. O talco, o enxofre e a mica, por sua vez, apresentaram reservas medidas de 3,4 milhões de toneladas, 365 mil toneladas e 100 mil toneladas, respectivamente.

De um modo geral, essas substâncias apresentaram um aumento de suas reservas em Minas Gerais ao longo do quinquênio (2010-2014), com destaque para o calcário e o caulim, que tiveram incrementos em torno de 40% em suas reservas medidas e mais do que duplicaram as reservas lavráveis nesse período. O talco, por sua vez, apresentou uma leve diminuição, em torno de 10%, das suas reservas medidas e lavráveis (Figura 14).

## 7.2. Dados de produção

### 7.2.1. Mundial e Brasileira

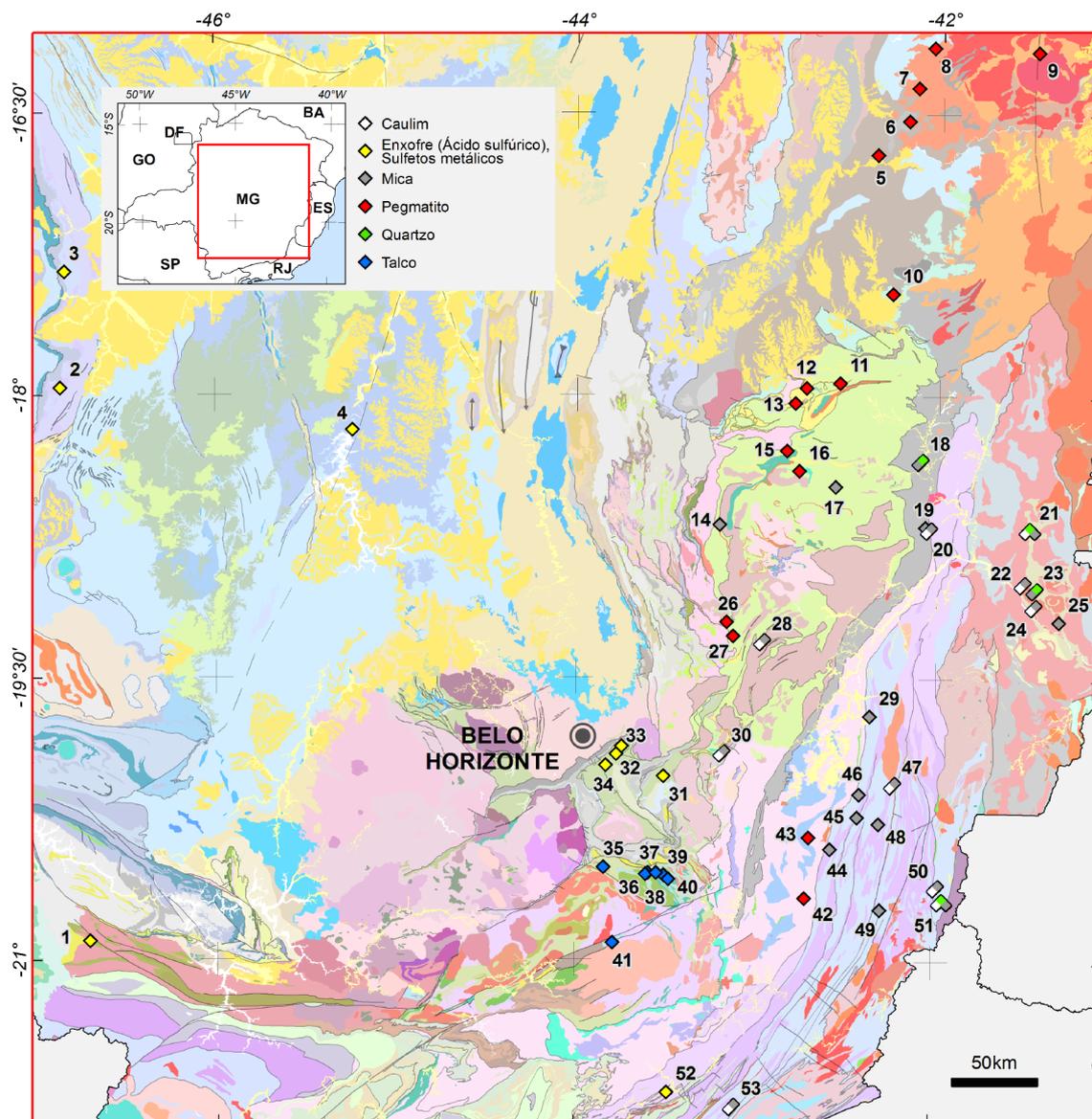
De acordo com o Sumário Mineral Brasileiro (Lima & Neves 2016), atualmente, o Brasil não ocupa uma posição de destaque no mundo com relação à produção dessas substâncias, à exceção do talco. No ano de 2014, a produção brasileira de Talco/Pirofilita foi a terceira maior do mundo, correspondendo a 9,2% da produção mundial com 644 mil toneladas, enquanto a produção do Brasil de caulim (1,8 milhões de toneladas), bentonita (405 mil toneladas), mica (10 mil toneladas) e enxofre (550 mil toneladas) representaram 4,5%, 3,4%, 0,90% e 0,76%, respectivamente, do que foi produzido no mundo. Neste ano, os maiores produtores dessas substâncias foram a China (mica, talco/pirofilita e enxofre), EUA (bentonita) e Uzbequistão (caulim; Figura 15).



**Figura 15.** Produção brasileira e mundial de bentonita, enxofre, caulim, mica (muscovita) e talco/pirofilita no ano de 2014. Fonte: Sumário Mineral Brasileiro (Lima & Neves 2016).

### 7.2.2. Produção em Minas Gerais

A localização das principais ocorrências dos recursos minerais para fins farmacêuticos e cosméticos está na Figura 16, enquanto que suas características estão listadas na Tabela 5.



**Figura 16.** Principais ocorrências de recursos minerais para fins farmacêuticos e cosméticos estado de Minas Gerais. A numeração se refere aos itens da Tabela 5. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014.

**Tabela 5.** Principais ocorrências de recursos minerais para fins farmacêuticos e cosméticos estado de Minas Gerais.

SUBSTÂNCIA	STATUS ECONÔMICO	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	Latitude	Longitude
1 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Mina paralisada, Usina de tratamento de sulfetado ativa	Mina Morro do Níquel	Fortaleza de Minas	-20,900082	-46,713439
2 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Mina ativa	Mina Vazante, Morro da Usina, Serra do Poço Verde	Vazante	-17,962331	-46,851953
3 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Mina ativa	Mina Morro Agudo	Paracatu	-17,345458	-46,822607
4 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Usina de tratamento de Minério sulfetado ativa	Usina da Nexa de Três Marias	Três Marias	-18,189996	-45,239684
5 Pegmatito	Garimpo	NE de Minas Gerais	Virgem da Lapa	-16,718796	-42,354798
6 Pegmatito	Garimpo	Distrito de Freire Cardoso	Coronel Murta	-16,538824	-42,185855
7 Pegmatito	Garimpo	NE de Minas Gerais	Rubelita	-16,362962	-42,135073
8 Pegmatito	Garimpo	NE de Minas Gerais	Salinas	-16,148239	-42,052294
9 Pegmatito	Garimpo	Fazenda São Bento	Medina	-16,166835	-41,481838
10 Pegmatito	Garimpo	Bacia do Jequitinhonha	Minas Novas	-17,456568	-42,265364
11 Pegmatito	Garimpo	Distrito sede de Aricanduva	Aricanduva	-17,931752	-42,549688
12 Pegmatito	Garimpo	Distrito de Padre João Afonso	Itamarandiba	-17,960182	-42,733716

SUBSTÂNCIA	STATUS ECONÔMICO	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	Latitude	Longitude
13 Pegmatito	Garimpo	Distrito de Santa Joana	Itamarandiba	-18,041064	-42,795128
14 Mica	Mina	Grota da Generosa	Sabinópolis	-18,68797	-43,20703
15 Pegmatito	Garimpo	Distrito sede de Coluna	Coluna	-18,292943	-42,837874
16 Pegmatito	Garimpo	Distrito de São Geraldo do Baguari	São João Evangelista	-18,40087	-42,769822
17 Mica	Mina	Serra dos Lourenços	Peçanha	-18,483804	-42,567025
18 Mica, Quartzo	Garimpo	Safirinha	São José da Safira	-18,347693	-42,105355
19 Mica	Garimpo exaurido	Pegmatito Golconda	Governador Valadares	-18,693805	-42,069522
20 Caulim, Mica	Mina inativa	Córrego da Onça	Governador Valadares	-18,712139	-42,052299
21 Caulim, Quartzo, Mica	Mina inativa	Pegmatito da Fazenda Pomarolli	Divino das Laranjeiras	-18,716183	-41,490091
22 Caulim, Mica	Garimpo	Maninho I	Galiléia	-18,992419	-41,527852
23 Mica, Quartzo	Mina inativa	Pegmatito Urucum	Galiléia	-19,023056	-41,46
24 Caulim, Mica	Garimpo	Palmital / Frank	Conselheiro Pena	-19,113808	-41,464796
25 Mica	Garimpo	Cabeceira do Calhau I	Resplendor	-19,186587	-41,31924
26 Pegmatito	Garimpo	Distrito de Brejaúba	Conceição do Mato Dentro	-19,204793	-43,162851
27 Pegmatito	Garimpo	Distrito sede de Ferros	Ferros	-19,279572	-43,127102
28 Caulim, Mica	Mina	Sapé	Santa Maria de Itabira	-19,311584	-42,968418
29 Mica	Garimpo	Edu I	Bom Jesus do Galho	-19,700476	-42,362582
30 Caulim, Mica	Mina exaurida	Fazenda Morro Agudo	Rio Piracicaba	-19,904364	-43,187588
31 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Mina ativa	Mina Córrego do Sítio	Santa Bárbara	-20,023974	-43,508813
32 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Mina ativa	Mina de Cuiabá	Sabará	-19,866948	-43,743392
33 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Mina ativa	Mina de Lamego	Sabará	-19,909085	-43,773147
34 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Usina de tratamento de Minério sulfetado ativa	Usina de Queiroz	Nova Lima	-19,967888	-43,830148
35 Talco	Mina ativa	Fortuna (Congonhas), Ribeirão Goiabeira	Congonhas	-20,510214	-43,839361
36 Talco	Mina exaurida	Salvador	Ouro Branco	-20,54629	-43,603994
37 Talco	Mina ativa	Olaria	Santa Rita de Ouro Preto	-20,538939	-43,591769
38 Talco	Mina ativa	Rua Júlio Fortes, Santa Rita de Ouro Preto	Santa Rita de Ouro Preto	-20,538587	-43,54483
39 Talco	Mina exaurida	Ribeirão Pirapetinga	Santa Rita de Ouro Preto	-20,550609	-43,50368
40 Talco	Mina ativa	Ribeirão Pirapetinga	Santa Rita de Ouro Preto	-20,571607	-43,477051
41 Talco	Mina inativa	Cavas	Caranaíba	-20,911586	-43,788138
42 Pegmatito	Garimpo	Goiano	São Miguel do Anta	-20,668348	-42,715638
43 Pegmatito	Garimpo	Próximo ao Rio Casca	Urucânia	-20,347267	-42,694849
44 Mica	Mina inativa	Floresta	Jequeri	-20,408533	-42,575362
45 Mica	Garimpo	Guarabu I	Abre Campo	-20,238356	-42,425192
46 Mica	Mina inativa	Bom Retiro	Raul Soares	-20,115755	-42,417027
47 Caulim, Mica	Mina	Cerca de 5 km a sudeste de Vermelho Novo	Vermelho Novo	-20,065923	-42,23377
48 Mica	Garimpo	Fazenda Boa Esperança	Matipó	-20,270828	-42,30528
49 Mica	Mina inativa	Boa Vista	Fervedouro	-20,726869	-42,292028
50 Caulim, Mica	Garimpo	Fazenda Papagaio (?)	Espera Feliz	-20,609665	-41,984564
51 Caulim, Quartzo, Mica	Mina nativa	Mineração Caiana Ltda.	Caiana	-20,694515	-41,944618
52 Enxofre (Ácido sulfúrico), Sulfetos metálicos	Usina de tratamento de Minério sulfetado ativa	Usina da Nexa de Juiz de Fora	Juiz de Fora	-21,703988	-43,476603
53 Caulim, Mica	Mina inativa	Fazenda Avaí	Bicas	-21,780358	-43,111176

A produção de calcário, caulim, enxofre, mica e talco durante o período de 2010 a 2014 no estado de Minas Gerais está sintetizada na Tabela 6.

As maiores produtoras de caulim do Brasil, CADAM, PPSA e a IMERYS, situam-se na Região Norte do país. O estado do Pará representou cerca de 80% do total da produção interna brasileira em 2014, seguido pelo Amapá. Com relação ao enxofre, a produção beneficiada no estado diminuiu entre 2013 e 2014, o que pode ser explicado pela paralização das atividades da usina de Fortaleza de Minas no ano de 2014, as quais foram retomadas em 2015. Segundo o Anuário Mineral Estadual de Minas Gerais (Dalla Costa *et al.* 2017), em 2014, o estado produziu 48,9 milhões de toneladas de calcário (produção bruta) em 88 minas de portes variados. A produção bruta de talco/pirofilita nesse mesmo ano foi de 4,5 mil toneladas, sendo registradas apenas duas minas em operação.

**Tabela 6.** Produção bruta e beneficiada no estado de Minas Gerais no período de 2010 a 2014.

Categoria	Produção Bruta Minas Gerais					Produção Beneficiada Minas Gerais					
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014	
Calcário	Quantidade (ROM) (t)	39.461.113	43.342.043	46.888.897	49.042.439	48.938.163	40.007.544	41.431.282	39.526.082	44.799.935	44.396.067
	Contido (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Teor Médio (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Comercializado (t)	1.570.067	3.932.712	4.756.975	5.743.246	5.702.798	40.184.194	43.248.183	39.644.922	44.138.216	43.076.220
	Comercializado (R\$)	9.084.509	28.569.251	41.415.845	52.650.533	52.237.478	540.037.269	656.425.720	625.289.991	637.097.854	634.622.569
Caulim	Quantidade (ROM) (t)	20.424	34.936	54.149	38.602	37.436	523-	-	-	696	3.378
	Contido (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Teor Médio (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Comercializado (t)	14.891	34.638	54.005	35.908	31.946	523-	-	-	554	5.113
	Comercializado (R\$)	711.970	1.773.728	2.779.857	2.263.663	2.010.680	5.225-	-	-	86.212	2.850.029
Enxofre	Quantidade (ROM) (t)	382.969	315.399	241.413	304.726-	-	291.351	294.335	266.915	256.089	192.214
	Contido (t)	13.174	11.938	13.277	16.322-	-	69.740	69.015	63.473	64.286	61.509
	Teor Médio S (%)	3,44	3,78	5,5	5,36-	-	23,94	23,45	23,78	25,1	32
	Comercializado (t)	-	-	-	-	-	298.246	270.526	265.280	238.187	198.994
	Comercializado (R\$)	-	-	-	-	-	70.648.003	81.312.617	77.264.831	56.743.945	43.754.007
Mica	Quantidade (ROM) (t)	-	-	2	268-	-	-	-	-	-	-
	Contido (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Teor Médio (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Comercializado (t)	-	-	2	268-	-	-	-	-	-	-
	Comercializado (R\$)	-	-	200	74.220-	-	-	-	-	-	-
Talco	Quantidade (ROM) (t)	4.009	2.452	1.006	3.503	4.586	3.000	2.452-	-	4.152	6.744
	Contido (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Teor Médio (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Comercializado (t)	1.009-	-	1.006	2.343	199	3.000	2.452-	-	4.152	6.744
	Comercializado (R\$)	71.475-	-	93.661	78.622	116.783	644.473	610.385-	-	1.141.035	1.239.110

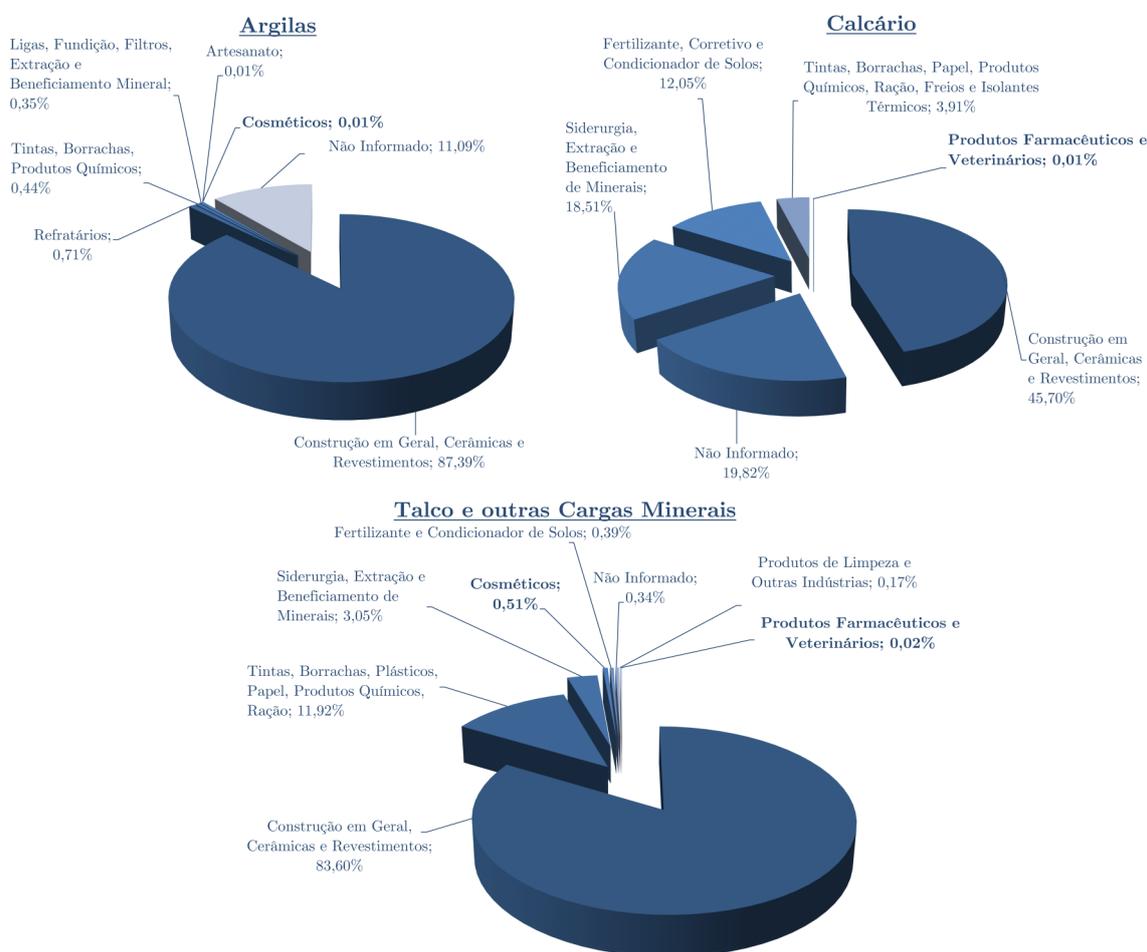
Fonte: adaptado de: Anuário Mineral Estadual de Minas Gerais (Dalla Costa *et al.* 2017).

### 7.3. Mercado consumidor

A indústria farmacêutica e de cosméticos demanda substâncias de elevada pureza e o volume consumido, comparado a outros setores industriais, é relativamente pequeno. Essas peculiaridades refletem em sua relevância no mercado consumidor dessas matérias primas.

O Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 2011) apresenta diversos dados relativos ao setor mineral brasileiro, dentre eles os dados referentes ao mercado consumidor, que são declarados pelas empresas de mineração através dos Relatórios Anuais de Lavra (RAL). Dentre os recursos minerais farmacêuticos e cosméticos, os argilominerais (caulim e bentonita), calcário (calcita), enxofre, mica (muscovita) e talco, somente as argilas, o calcário e o talco, apresentaram algum percentual do consumo relacionado aos segmentos de cosméticos e produtos farmacêuticos (Figura 17). O talco foi a substância que apresentou maior participação nesses setores, com 0,51% no setor de cosméticos e 0,02% no setor farmacêutico. Já as argilas e o calcário contaram com 0,01% em ambos. Ainda de acordo com Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 2011) a mica (muscovita) e o caulim não apresentaram consumo nesses setores, ao passo que o mercado consumidor das produções bruta e beneficiada do enxofre não foi informada.

É importante ressaltar que a distribuição do mercado consumidor reportada Anuário Mineral Brasileiro se refere apenas à produção interna, portanto não foi computada a participação de produtos importados no consumo do Brasil.



**Figura 17.** Distribuição setorial da quantidade consumida por substâncias no ano de 2009. Adaptado de: Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 2011). Os dados sobre as argilas e do calcário referem-se à produção bruta brasileira, já os dados do talco e outras cargas minerais são relacionados à produção beneficiada brasileira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque G.A.A.C., Azambuja R.S.L., Lins F.A.F. 2005. Enxofre. In: Luz A.B. & Lins F.F. (eds.). *Rochas e Minerais Industriais. Usos e Especificações*. Rio de Janeiro, CETEM-MCT- Centro de Tecnologia Mineral, Ministério da Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 1ª ed., p. 127-139. ISBN: 8572272178
- Amorim K.B. & Angélica R.S. 2011. Mineralogia e geoquímica da ocorrência de palygorskita de Alcântara, bacia de S. Luís-Grajaú, Maranhão. *Cerâmica*, **57**:483-490. doi: 10.1590/S0366-69132011000400017
- Benbow R.J., De Jong B.H.W.S., Adams J.W. 2012. Mica. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Electronic Release, Weinheim, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 23, p. 131-143. doi: 10.1002/14356007.a16\_551
- Bergaya F. & Lagaly G. 2013. Chapter 1 General Introduction: Clays, Clay Minerals, and Clay Science. In: Bergaya F., Theng B.K.G., Lagaly G. (eds.). *Handbook of Clay Science. Developments in Clay Science*, 2ª ed., p. 1-18. doi: 10.1016/S1572-4352(05)01001-9
- Carretero M.I. & Pozo M. 2009. Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical industry Part I. Excipients and medical applications. *Applied Clay Science*, **46**(1):73-80. doi: 10.1016/j.clay.2009.07.017
- Carretero M.I. & Pozo M. 2010. Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical and cosmetic industries Part II. Active ingredients. *Applied Clay Science*, **47**(3-4):171-181. doi: 10.1016/j.clay.2009.10.016
- Carretero M.I., Gomes C.S.F., Tateo F. 2013. Chapter 5.5 - Clays, Drugs, and Human Health. In: Bergaya F. & Lagaly G. (eds.). *Handbook of Clay Science. Developments in Clay Science*, **5**:711-764. doi: 10.1016/B978-0-08-098259-5.00025-1
- CIEMG – Centro Industrial Empresarial de Minas Gerais. 2018. Cadastro Industrial de Minas Gerais. Disponível em <https://www.cadastroindustrialmg.com.br:449/>. Acesso em 1/6/2018.
- Correia Neves J.M. 1997. Província Pegmatítica Oriental do Brasil. 1997. In: Schobbenhaus C., Queiroz E.T., Coelho C.E.S. (coords.). *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM/CPRM, v. 4, parte B, p. 343-362.
- COSMETICINFO - The science & safety behind your favorite products. Disponível em <http://www.cosmeticsinfo.org/>. Acesso em 1/6/2018.
- Dalla Costa M.M., Fernandes L., Duarte J.E.C., Recuero J.C. (coords.). 2017. *Anuário mineral estadual Minas Gerais. Anos base 2010 a 2014*. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 133 p.
- Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. 2013. *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*. England, Mineralogical Society, 3ª ed, 498 p. ISBN:9780903056274
- DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. 2011. *Anuário Mineral Brasileiro 2010*. Brasília, Ministério de Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 871 p. ISSN: 01009303
- Galán E. & Ferrell R.E. 2013. Chapter 3 - Genesis of Clay Minerals. In: Bergaya F. & Lagaly G. (eds.). *Handbook of Clay Science. Developments in Clay Science*, **5**:83-126. doi: 10.1016/B978-0-08-098258-8.00003-1
- Hecht C. 1997. Geologia da mica. In: Schobbenhaus C., Queiroz E.T., Coelho C.E.S. (coords.). *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM/CPRM, v. 4, parte B, p. 327-330.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. *Classificação Nacional de Atividades Econômicas*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), versão 2.0, 2ª ed., Disponível em <https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas>. Acesso em 1/6/2018.
- Klein C. & Dutrow B. 2012. *Manual de ciência dos minerais*. Traduzido por Rualdo Menegat. Porto Alegre: Bookman, 23ª ed., 724 p. ISBN: 9788540700857
- Lara Filho J. 1997. Geologia do Talco e Pirofilita. In: Schobbenhaus C., Queiroz E.T., Coelho C.E.S. (coords.). *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM/CPRM, v. 4, parte C, p. 529-544.

- Leslie K.S., Millington G.W.M., Levell N. 2004. Sulphur and skin: from Satan to Saddam! *Journal of Cosmetic Dermatology*, **3**(2):94-98. doi: 10.1111/j.1473-2130.2004.00055.x
- Lima T.M. & Neves C.A.R. (coords.). 2016. *Sumário Mineral 2015*. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), v. 35, 135 p. ISSN: 01012053.
- Moura O.J.M. 1997. Depósitos de feldspato e mica de Pormarolli, Urucum e Golconda, Minas Gerais. In: Schobbenhaus C., Queiroz E.T., Coelho C.E.S. (coords.). *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM/CPRM, v. 4, parte B, p. 363-371.
- Mouzon J., Bhuiyan I.U., Hedlund J. 2016. The structure of montmorillonite gels revealed by sequential cryo-XHR-SEM imaging. *Journal of Colloid and Interface Science*, **465**:58-66 doi: 10.1016/j.jcis.2015.11.031.
- Murray H.H. 2006. Clays. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Electronic Release, Weinheim, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 9, p. 203-235. doi: 10.1002/14356007.a07\_109.pub2.
- Netto C., Araújo M.C., Pinto C.P., Drumond J.B. (orgs.). 1998. *Projeto Leste: Cadastramento de Recursos Minerais – Pegmatitos*. Belo Horizonte, SEME/COMIG/MME/CPRM, v. 1, 210 p.
- Nexa. 2017. *Relatório Anual 2017*. Nexa Resources S.A. 113 p.
- Paiva G. 1946. Províncias Pegmatíticas do Brasil. Rio de Janeiro, *Boletim DNPM/DFPM*, **78**:13-21.
- Pedrosa-Soares A.C., De Campos C.P., Noce C.M., Silva L.C., Novo T., Roncato J., Medeiros S., Castañeda C., Queiroga G., Dantas E., Dussin I., Alkmim F.F. 2011. Late Neoproterozoic-Cambrian Granitic Magmatism in the Araçuaí Orogen (Brazil) the Eastern Brazilian Pegmatite Province and Related Mineral Resources. In: Sial A.N., Bettencourt J.S., De Campos C.P., Ferreira V.P. (eds.). *Granite-Related Ore Deposits*. London, *Geological Society Special Publications*, **350**:25-51. doi: 10.1144/SP350.3
- Pinto C.P. & Silva M.A. 2014. *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, Escala 1:1.000.000*. Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, CODEMIG e Serviço Geológico do Brasil, CPRM.
- Revista de Química Industrial. 2014. *Indústria farmacêutica e farmoquímica*. Associação Brasileira de Química - ABQ. Edição eletrônica, nº 3, 43 p. ISSN: 23581697
- Romano A.W. & Rezende L.F.S. 2017a. Relatório da Folha Ouro Preto – SF.23-X-A-III, escala 1:100.000. In: *Projeto Triângulo Mineiro*, Belo Horizonte, CODEMIG–UFMG–CPMTC, 68 p.
- Romano A.W. & Rezende L.F.S., Macedo B.O.P. 2017b. Folha Ouro Preto – SF.23-X-A-III, escala 1:100.000. In: *Projeto Triângulo Mineiro*, Belo Horizonte, CODEMIG–UFMG–CPMTC.
- Saito E.H., Nunes R.A., Higa C. 2006. Pleurodese. *Pulmão RJ*, **15**(2):110-116.
- Santos L.D. & Baltazar O.F. 2013. *Mapa Geológico - Folha Conselheiro Lafaiete – SF.23-X-A-VI, escala 1:100.000*, Belo Horizonte, CPRM.
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Disponível em <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>. Acesso 1/6/2018.
- SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração. 2018. Agência Nacional de Mineração. Disponível em <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>. Acesso 10/5/2018.
- Tufar W. 2000. Talc. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Electronic Release, Weinheim, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 35, p. 567-582. doi: 10.1002/14356007.a26\_047
- USGS, United States Geological Survey, 2018. *Mineral Commodity Summaries, January 2017*. Disponível em <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/>. Acesso em 22/4/2018.
- Webmineral – Mineralogy database. 2018. Disponível em <http://webmineral.com/>. Acesso em 1/6/2018.
- Wentworth C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, **30**(5):377-392.

Wilson M.J., Wilson L., Patey I. 2014. The influence of individual clay minerals on formation damage of reservoir sandstones: a critical review with some new insights. *Clay Minerals*, **49**(2):147-164. doi: 10.1180/claymin.2014.049.2.02.