



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE ARAXÁ
ENGENHARIA DE MINAS

JÚLIO CÉSAR FLORÊNCIO LOPES DE OLIVEIRA

A RELEVÂNCIA ECONÔMICA DO CALCÁRIO EM MINAS GERAIS

ARAXÁ/MG

2021

JÚLIO CÉSAR FLORÊNCIO LOPES DE OLIVEIRA

A RELEVÂNCIA ECONÔMICA DO CALCÁRIO EM MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Dr. Maurício Antônio Carneiro

ARAXÁ/MG

2021

JÚLIO CÉSAR FLORÊNCIO LOPES DE OLIVEIRA

A RELEVÂNCIA ECONÔMICA DO CALCÁRIO EM MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Data de Defesa: Araxá, 22 de abril de 2021.



Orientador: Dr. MAURÍCIO ANTÔNIO CARNEIRO
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá



Avaliador: Eng. ROGÉRIO RODRIGUES RIBEIRO
GECAL Indústria e Comércio de Produtos Minerais LTDA



Avaliador: Dr. ALEXANDER MARTIN SILVEIRA GIMENEZ
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela determinação para concluir esta etapa, e por possibilitar que tantas pessoas ímpares fizessem parte da minha trajetória.

A Minha Família, minha mãe Ana, meu pai Getúlio, minha irmã Isabela, e a minha namorada Lúcia, que sempre demonstraram grande incentivo e apoio, na realização dos meus objetivos.

A toda comunidade do CEFET e aos vários amigos feitos ao longo desses anos.

Aos meus amigos de Pimenta, que mesmo estando a uma distância considerável mantiveram-se presentes e fiéis à nossa amizade.

Ao meu orientador, Professor Maurício Antônio Carneiro, pelos ensinamentos, suporte, paciência, atenção e pela contribuição a minha formação acadêmica e profissional.

E a todos que de forma direta ou indireta, fizeram parte deste percurso, meu mais sincero muito obrigado!

RESUMO

As rochas carbonáticas possuem uma vasta quantidade de aplicações. São fonte de agregados e blocos para a indústria da construção civil, corretivos agrícolas para solos; insumos minerais para as indústrias de vidro, siderurgia, cal, cimento e rochas ornamentais. Em virtude desse amplo espectro de utilização e por ser o estado de Minas Gerais um grande polo produtor dessa matéria prima, uma pesquisa bibliográfica focada nesse insumo mineral foi realizada e os seus resultados são apresentados neste trabalho. A partir deste estudo bibliográfico foi possível traçar um panorama das reservas, produção, do PIB e do impacto econômico gerado pela indústria de calcário em Minas Gerais.

Palavras-chave: Calcário. Minas Gerais. Economia. PIB. Produção.

ABSTRACT

Carbonate rocks have a wide range of applications. They are a source of aggregates and blocks for the civil construction industry, agricultural correctives for soils, mineral inputs for the glass, steel, lime, cement, and ornamental stone industries. Due to this wide spectrum of use and because the state of Minas Gerais is a major producer of this raw material, a bibliographic research focused on this mineral input was carried out and its results are presented in this work. From this bibliographic study, it was possible to draw an overview of reserves, production, PIB and the economic impact generated by the limestone industry in Minas Gerais state.

Keywords: Limestone. Minas Gerais. Economy. PIB. Production.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Calcário Mina Gecal..... | 15 |
| Figura 2 - Distribuição de Rochas Carbonáticas em Minas Gerais. | 18 |
| Figura 3 - Localização das minas desenvolvidas sobre os dolomitos da Formação Gandarela no Quadrilátero Ferrífero. | 19 |
| Figura 4 - Distribuição das rochas carbonáticas da Formação Barroso. | 20 |
| Figura 5 - Distribuição das rochas carbonáticas da Formação Serra do Poço Verde e principais minas associadas na região do Noroeste de Minas. | 22 |
| Figura 6 - Distribuição da Formação Marília e das principais Minas de calcários da região. | 23 |
| Figura 7 - Unidades geológicas com potencialidades para o aproveitamento mineral das rochas carbonáticas no Estado de Minas Gerais. | 24 |
| Figura 8 - Empresas mineradoras no Brasil em 2017. | 36 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Propriedades físicas dos minerais que compõem as rochas carbonáticas. | 17 |
| Quadro 2 - Municípios Produtores de Calcário em Minas Gerais..... | 34 |
| Quadro 3 - Principais empresas mineradoras de calcário em Minas Gerais. | 35 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Produção das principais substâncias minerais beneficiadas..... | 31 |
| Tabela 2 - Reservas de calcário no estado de Minas Gerais..... | 32 |
| Tabela 3 - Produção de cimento Portland anual da região Sudeste..... | 33 |
| Tabela 4 - Produção de calcário agrícola anual da região Sudeste..... | 33 |
| Tabela 5 - Número de minas produtoras por substância mineral no Brasil. | 37 |
| Tabela 6 - Arrecadação da CFEM por substância em 2019. | 39 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 - Produção Regional de Calcário em Percentagem. | 31 |
| Gráfico 2 - Faturamento por substância nos anos de 2019 e 2020. | 38 |
| Gráfico 3 - Arrecadação da CFEM por estados no ano de 2020. | 40 |
| Gráfico 4 - Participação de Minas Gerais na produção nacional. | 40 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------|
| ABCP | Associação Brasileira de Cimento Portland |
| ABRACAL | Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola |
| ANM | Agência Nacional de Mineração |
| BRIC | Brasil, Rússia, Índia, China |
| CFEM | Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais |
| DNPM | Departamento Nacional de Produção Mineral |
| FUNAI | Fundação Nacional do Índio |
| GCC | <i>Ground Calcium Carbonate</i> |
| IBRAM | Instituto Brasileiro de Mineração |
| N | Norte |
| PCC | <i>Precipitated Calcium Carbonate</i> |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PVC | Policloreto de Vinila |
| S | Sul |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | METODOLOGIA | 14 |
| 3 | CALCÁRIO: GÊNESE E PROPRIEDADES | 15 |
| | 3.1 Impurezas das rochas calcárias..... | 16 |
| | 3.2 Propriedades físicas dos constituintes minerais do calcário..... | 16 |
| 4 | OCORRÊNCIAS DE CALCÁRIO EM MINAS GERAIS | 18 |
| | 4.1 Super Grupo Minas..... | 19 |
| | 4.1.1 GRUPO ITABIRA | 19 |
| | 4.2 Grupo Carandaí..... | 20 |
| | 4.3 Grupo Araxá | 20 |
| | 4.4 Grupo Bambuí..... | 21 |
| | 4.5 Grupo Vazante..... | 21 |
| | 4.6 Grupo Bauru..... | 22 |
| | 4.7 Potencialidades | 23 |
| 5 | CALCÁRIO: VARIEDADES, USOS E APLICAÇÕES | 25 |
| | 5.1 Calcário na construção civil | 25 |
| | 5.2 Calcário na agricultura..... | 26 |
| | 5.3 Calcário na fabricação da cal | 26 |
| | 5.4 Calcário na indústria de papel..... | 27 |
| | 5.5 Calcário na indústria de plástico..... | 27 |
| | 5.6 Calcário na indústria de vidro | 28 |
| | 5.7 Calcário na indústria das rochas ornamentais | 28 |
| 6 | PRODUÇÃO DE CALCÁRIO | 30 |
| | 6.1 Produção em Minas Gerais..... | 32 |
| 7 | IMPACTO ECONÔMICO | 36 |
| | 7.1 Impacto econômico em Minas Gerais..... | 39 |
| 8 | CONCLUSÕES | 42 |
| | REFERÊNCIAS | 43 |

1 INTRODUÇÃO

A mineração de calcário é um significativo ramo da indústria mineral brasileira, já que essa matéria bruta é utilizada em diversos produtos derivados como: produção de cimento Portland, produção de cal (CaO), corretor de pH do solo para a agricultura, fundente em metalurgia, fabricação de vidro, aditivo em rações animais, como pedra ornamental e adubação química. Outrossim o Brasil dispõe de grandes jazidas desse minério, notadamente em Minas Gerais. Nesse sentido destaca-se a cobertura sedimentar do Cráton São Francisco, que vai desde a região centro-sul mineira até a central do estado da Bahia, onde estão abundantes reservas de calcário.

A lavra desse minério opera de forma descontínua, com etapas de perfuração, desmonte e carregamento. O minério é então beneficiado, em etapas de cominuição e classificação, envolvendo britadores, moinhos e peneiras em seus circuitos. Nesse sentido um estudo bibliográfico desse minério em conjunto com pesquisa do seu impacto econômico em Minas Gerais é de grande interesse para a sociedade em geral.

Considerando essa realidade, esta monografia destina-se ao setor produtor de calcário no estado de Minas Gerais, tendo como objetivo principal apresentar as principais áreas de ocorrência desse minério, sua geologia regional e o impacto econômico gerado pelo empreendimento de sua mineração.

O interesse em desenvolver este estudo tem como justificativa a falta de estudos no meio acadêmico equivalentes ao mesmo, relativos a dados que facilitem a tomada de decisão de possíveis investimentos na área, a identificação dos polos produtores do estado e um cenário geral das atividades ligadas ao calcário.

2 METODOLOGIA

Este trabalho é o resultado de uma pesquisa bibliográfica focado no setor mineral com especificidade nas rochas calcárias. O intuito desta pesquisa foi de apresentar um levantamento das principais reservas de calcário em Minas Gerais.

Nesse sentido, levantou-se uma grande quantidade de informações junto ao setor mineral do estado e país e do mundo, para compilar seguintes informações de interesse, assim sistematizadas:

- a) localizar geograficamente e geologicamente as principais ocorrências de calcário em Minas Gerais;
- b) catalogar essas ocorrências e descrever as particularidades de cada local;
- c) informar a gênese e a composição das rochas carbonáticas dessas ocorrências, assim como suas propriedades;
- d) informar outras áreas com possíveis potencialidades para exploração destas rochas;
- e) levantar o número de minas existentes;
- f) informar os usos deste bem mineral, seus derivados e seus processos produtivos;
- g) levantar as informações relacionadas a produção e comercialização de calcário e seus principais derivados;
- h) identificar os impactos na economia do país e do estado como o número de postos de trabalho ligados ao setor, faturamento, PIB e a arrecadação da CFEM.

Esse levantamento de dados e seu tratamento organizado permitiu a elaboração desse relatório, que será utilizado como Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de engenheiro de minas no CEFET-MG / ARAXÁ.

Adicionalmente, é uma fotografia do panorama ora existente da indústria de calcário em Minas Gerais para ser utilizado como referência do setor.

3 CALCÁRIO: GÊNESE E PROPRIEDADES

O calcário tem origem sedimentar e pode ser precipitado por agentes físicos e químicos (Figura 1). O cálcio proveniente de rochas ígneas, através de atividades de erosão e corrosão por águas levemente ácidas é transportado até o oceano em forma de carbonato de cálcio e se precipita em parte pela decorrência de sua baixa solubilidade em águas marinhas, condições de evaporação e variação de temperatura. Esses agentes podem favorecer ou não o processo, por alterar o nível de saturação das águas. O carbonato de cálcio depositado, pelo procedimento descrito acima, produz calcários de elevada pureza. O cálcio disponível em solução, após a precipitação química, é utilizado por uma variedade de vidas marinhas, para formar conchas de calcário que se depositam no fundo do mar, contribuindo como fonte de deposição (BITTENCOUR *et al.*, 2015).

Figura 1 - Calcário Mina Gecal.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Os sedimentos de calcário provenientes desse processo supracitado podem se contaminar, principalmente com materiais argilosos, silicosos ou siltes ferruginosos, o que altera o calcário tanto fisicamente quanto quimicamente (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

Durante sua formação a pressão, a temperatura e o tamanho das partículas também influenciam nas características físicas do calcário. Quanto a origem dos calcários magnesianos ou dolomíticos, $(CaMg(CO_3)_2)$ ou $(CaMg-2CO_3)$, são formados

pela substituição do cálcio pelo magnésio na rocha, em locais onde havia águas com teor elevado de sais magnesianos. Em alguns locais se acredita que houve coprecipitação desses minerais gerando uma litologia mista de calcário e dolomita (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

3.1 Impurezas das rochas calcárias

Conforme pode-se constatar a seguir as rochas calcárias podem conter uma grande variedade de impurezas. Essas impurezas têm origem durante a deposição de carbonato de cálcio (CaCO_3), como podem também ser resultantes de eventos ocorridos após a formação da rocha. As impurezas podem inviabilizar o processamento do calcário, por conter elementos desinteressantes ao produto (LIMA, 2011).

As impurezas são divididas, em argilominerais e não argilo minerais.

Como argilominerais temos caulinita, illita, clorita, esmectitita entre outros micáceos, que podem estar em forma de veios concentrados ou disseminados por toda a extensão rochosa.

Como não argilominerais temos: areia, fragmentos de quartzo, feldspato, mica, talco e Serpentinó.

Todas essas impurezas trazem efeitos nocivos à exploração, economicamente favorável do calcário, pois interferem na basicidade e outras características químicas do mesmo, que é uma característica essencial na maioria dos seus usos (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

3.2 Propriedades físicas dos constituintes minerais do calcário

As propriedades físicas dos minerais que compõem as rochas carbonáticas estão relacionadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Propriedades físicas dos minerais que compõem as rochas carbonáticas.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Calcita (CaCO₃) CaO 56%</p> | <p>Componente mais comum nos calcários e mármore, bem como de outras rochas sedimentares e metamórficas. Ocorre no sistema cristalino e hexagonal com boa clivagem romboédrica. Dureza: 3 (escala Mohs). Densidade: 2,72. Comumente ocorre na cor branca ou sem cor (hialino) e colorida, quando contém impurezas.</p> |
| <p>Dolomita (CaCO₃.MgCO₃) CaO 30,4% MgO 21,95%</p> | <p>Sua origem pode ter sido secundária, por meio da substituição do cálcio pelo magnésio. Sistema cristalino hexagonal, comumente em cristais romboédricos com faces curvadas. Dureza: 3,5 a 4,0. Densidade: 2,87. Comumente ocorre nas cores branca e rósea.</p> |
| <p>Aragonita (CaCO₃) CaO 56%</p> | <p>É menos estável que a calcita e muito menos comum. Forma-se a baixas temperaturas e ocorre em depósitos aflorantes ou próximos à superfície, especialmente nos calcários, em rochas sedimentares e metamórficas. Sistema cristalino ortorrômbico. Dureza: 3,5 a 4,0. Densidade: 2,93 a 2,95. Comumente ocorre na forma hialina.</p> |
| <p>Siderita (FeCO₃)</p> | <p>Cristais romboédricos nas cores castanha ou preta. São mais comuns. Dureza: 3,5 a 4,0. Densidade: 3,7 a 3,9.</p> |
| <p>Ankerita (Ca₂MgFe(CO₃)₄)</p> | <p>Ocorre no sistema hexagonal, comumente com cristais romboédricos. Dureza: 3,5 a 4,5. Densidade: 2,96 a 3,1. Cores mais comuns: branca, rósea ou cinza.</p> |
| <p>Magnesita (MgCO₃)</p> | <p>Sistema hexagonal. Usualmente ocorre na forma granular ou massa terrosa. As cores mais comuns variam desde o branco ao amarelo; podem apresentar-se em outras cores quando ocorrem impurezas.</p> |

Fonte: SAMPAIO e ALMEIDA, 2008.

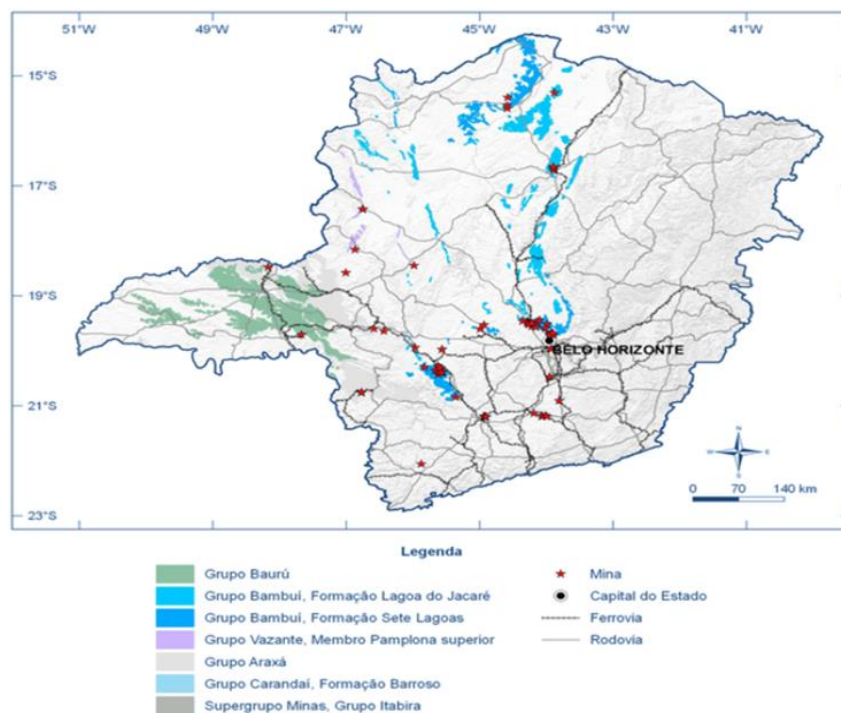
4 OCORRÊNCIAS DE CALCÁRIO EM MINAS GERAIS

As regiões com ocorrência de rochas carbonáticas em Minas Gerais são variadas (Figura 2), e com origens geológicas de formação distintas, do Paleoproterozóico (Formação Gandarela, do Grupo Itabira), passando pelo Neoproterozóico (Formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré, do Grupo Bambuí) ao Neocretáceo, (Formação Marília, do Grupo Bauru). Minas Gerais é um dos estados com maior diversidade e múltiplos litotipos carbonáticos, depósitos, indústrias, jazidas e minas inclusas (CAMPELO, 2018).

O Grupo Bambuí se destaca na produção deste recurso e seus derivados, outras unidades geológicas com grande importância, e com impacto significativo na produção e beneficiamento mineral das rochas carbonáticas, são: Grupo São João Del Rei, Grupo Araxá, Grupo Vazante e Grupo Itabira do Supergrupo Minas (CAMPELO, 2018).

A diversidade geológica do território atrai o interesse de companhias de diferentes áreas da indústria, para a implantação de novas minas e usinas, com o intuito de buscar melhores materiais e menores custos aos seus processos.

Figura 2 - Distribuição de Rochas Carbonáticas em Minas Gerais.



Fonte: CAMPELO, 2018.

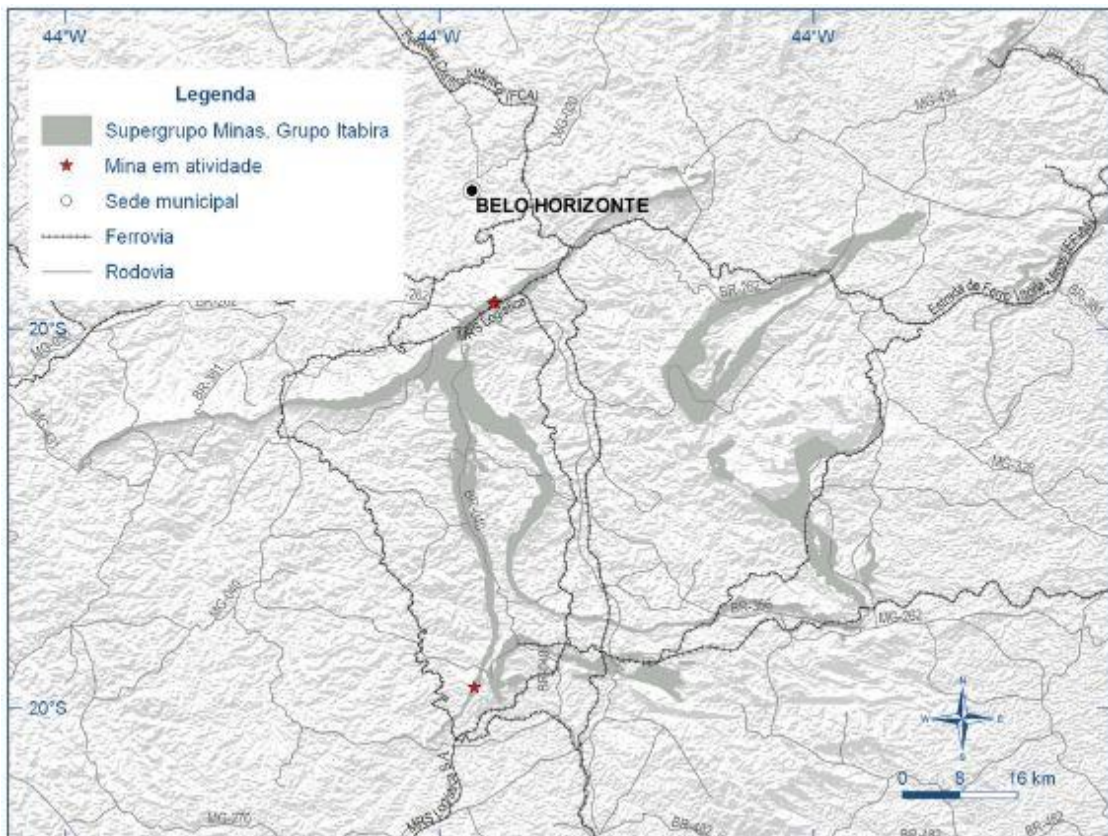
4.1 Super Grupo Minas

4.1.1 GRUPO ITABIRA

O Grupo Itabira contém as principais ocorrências de rochas carbonáticas da região do Quadrilátero Ferrífero, está contido no Supergrupo Minas que é uma sequência metassedimentar formada no Paleoproterozóico e sobreposta ao Supergrupo Rio das Velhas (Figura 3).

As rochas do Grupo Itabira fazem parte de uma sequência sedimentar predominantemente marinha com variada profundidade indo do ambiente raso ao profundo, depositada principalmente sobre formações clásticas do Grupo Caraça. (RENGER *et al.*, 1994)

Figura 3 - Localização das minas desenvolvidas sobre os dolomitos da Formação Gandarela no Quadrilátero Ferrífero.

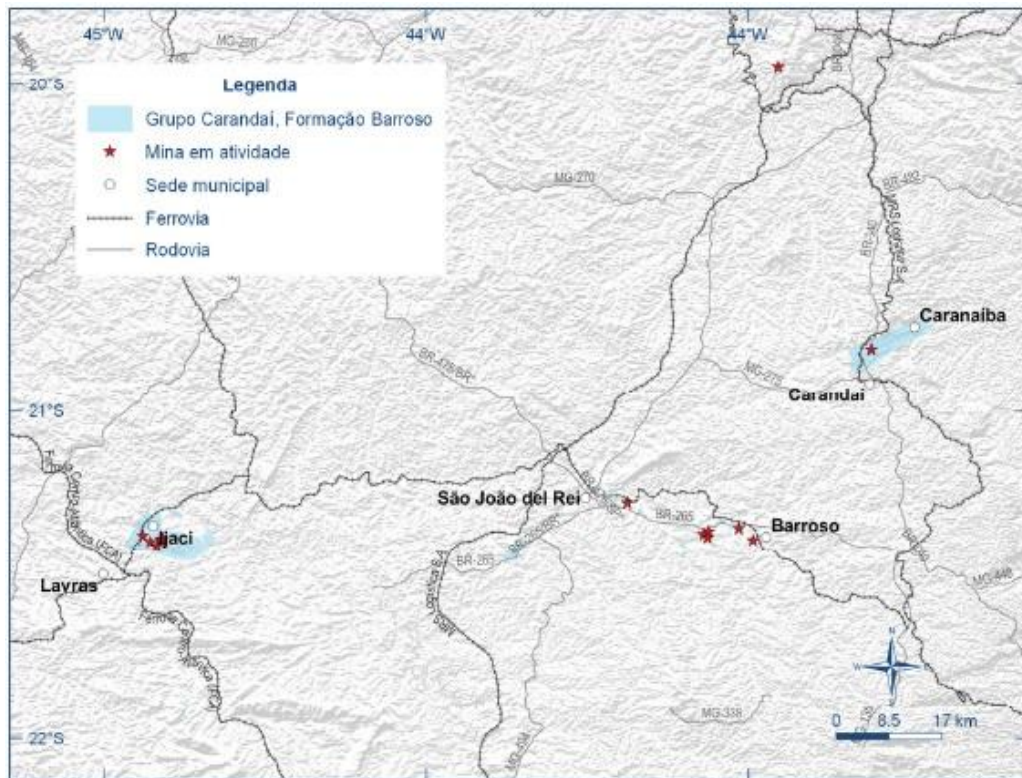


Fonte: CAMPELO, 2018.

4.2 Grupo Carandaí

O Grupo Carandaí, localizado na zona sul de Minas Gerais (Figura 4) compreende calcários, filitos, metassiltitos, muscovita e xistos, da base para o topo, apresenta as seguintes formações: Barroso (metadiamicrito, metacalcário, calcifilito) e Prados (matapelitos) (BARUQUI *et al.*, 2006).

Figura 4 -Distribuição das rochas carbonáticas da Formação Barroso.



Fonte: CAMPELO, 2018.

4.3 Grupo Araxá

O Grupo Araxá pertence a um cinturão orogênico Neoproterozóico que evoluiu ao longo da borda oeste do Cráton São Francisco (SEER *et al.*, 2001). As rochas desse grupo estão depositadas acima de um embasamento constituído de gnaisses e granitos e a metassedimentos pelítico-psamíticos e grafitosos do Grupo Canastra, metamorfisados em fácies xisto verde médio a alto, além de xistos granatíferos.

Segundo Barbosa *et al.* (1970), as rochas do Grupo Araxá são metamorfitos

de fácies epidoto-anfibolito, consistindo em sua maioria de micaxistos em camadas sequenciais de quartzitos e anfibolitos, estes últimos subordinados e metacalcário.

Nesta unidade geológica as rochas carbonáticas explotadas são metacalcários que estão inseridos em litofácies de micaxisto, compostas por cloritaxistos feldspáticos, hornblenda-granada xistos feldspáticos, grafita-xistos, talcoxistos e quartzitos. Encontradas no município de Itaú de Minas, e explotadas pela Votorantim Cimentos S.A. (CAMPELO, 2018).

4.4 Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí é composto por uma litologia diversa, rica em variados tipos de calcários puros, impuros, filitos, calciofilitos e metassiltitos. As rochas do Grupo Bambuí foram agrupadas em quatro fácies a saber: conglomerática, pelítica, carbonática e psamo-pelítica (SANTOS, 2002).

Os calcarenitos dispostos nas fácies carbonáticas, caracterizam-se por maciços cinza-escuro com pouca ou nenhuma metamorfização, formados em mares rasos e agitados, o que é evidenciado por estruturas com estratificação cruzada (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

A localização das fácies carbonáticas predominantes encontradas no Grupo Bambuí são equivalentes a região sudoeste da Bacia do Rio São Francisco composta predominantemente por calcários, calcarenitos, dolomitos e marga (LOPES, 1995).

4.5 Grupo Vazante

Aflora numa faixa afunilada com orientação N-S com cerca de duzentos e cinquenta quilômetros de extensão (Figura 5), entre o Grupo Canastra a oeste e pelo Bambuí a leste (MARQUES, 2015). É formado principalmente por sucessões pelítico-carbonáticas metamorfisadas.

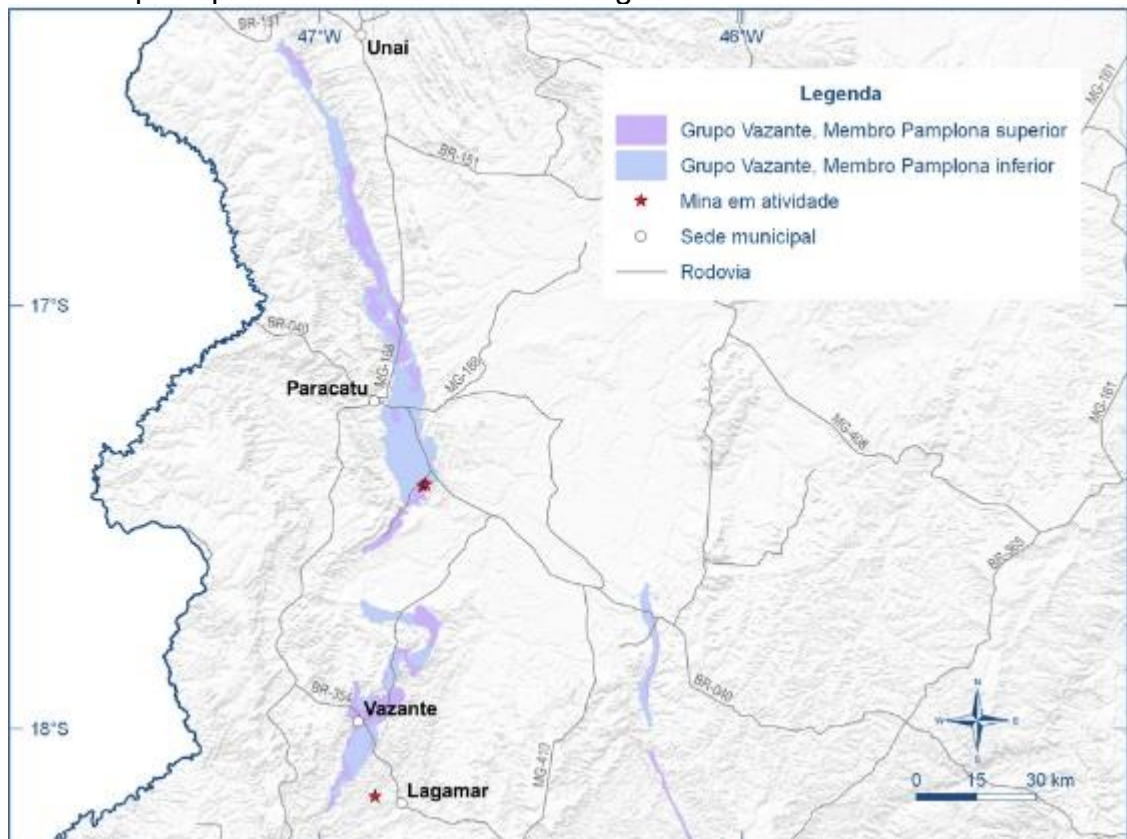
O Grupo Vazante é constituído por sete formações, da base para o topo, assim designadas: Santo Antônio do Bonito, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário, e Serra da Lapa (DARDENNE, 2001).

A deposição dos sedimentos desse grupo começou num ambiente costeiro,

passando por uma formação de recife e por último se tornou um depósito de planície de maré (DARDENNE, 1998).

Segundo Misi (2014), a maior parte do Grupo Vazante tem idade de formação no Mesoproterozóico, correlacionada a mesma época de formação do Grupo Bambuí, evidenciada pela litologia local e em valores de isótopos encontrados nas rochas das duas regiões.

Figura 5 - Distribuição das rochas carbonáticas da Formação Serra do Poço Verde e principais minas associadas na região do Noroeste de Minas.



Fonte: CAMPELO, 2018.

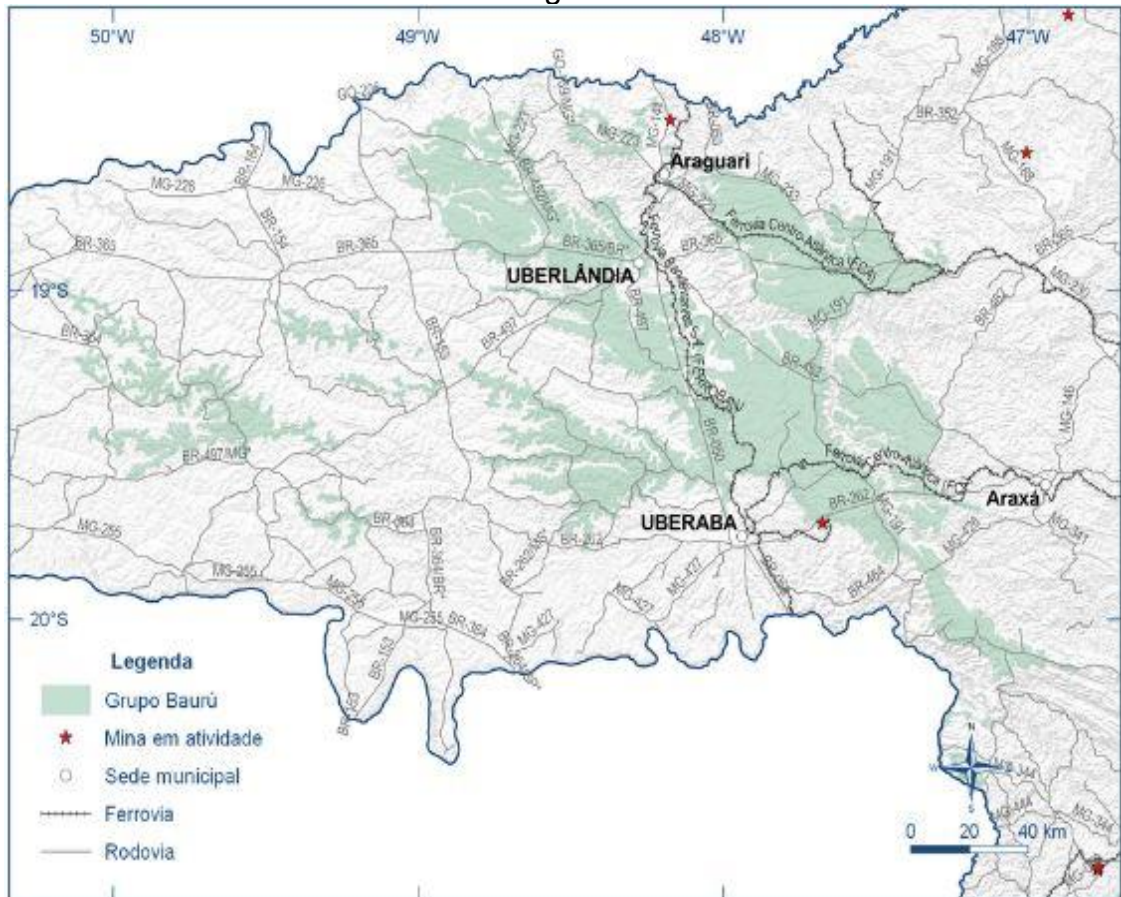
4.6 Grupo Bauru

Segundo Campelo (2018), o Grupo Bauru representa uma sucessão sedimentar heterogênea com início da sua formação no Neocretáceo, constituída predominantemente por sedimentos siliciclásticos e psamíticos, constituído pelas formações Vale do Peixe e Marília (Figura 6).

A Formação Marília, predominante no Triângulo Mineiro, quando se trata do Grupo Bauru, é constituída da base para o topo, por arenito conglomerático,

conglomerados e arenitos finos com níveis de argilitos e siltitos. As rochas carbonáticas encontradas nessa região são arenitos conglomeráticos com acúmulos de material branco-rosado, calcíticos e arenosos em alguns afloramentos (BÓ; LADEIRA, 2006).

Figura 6 - Distribuição da Formação Marília e das principais Minas de calcários da região.

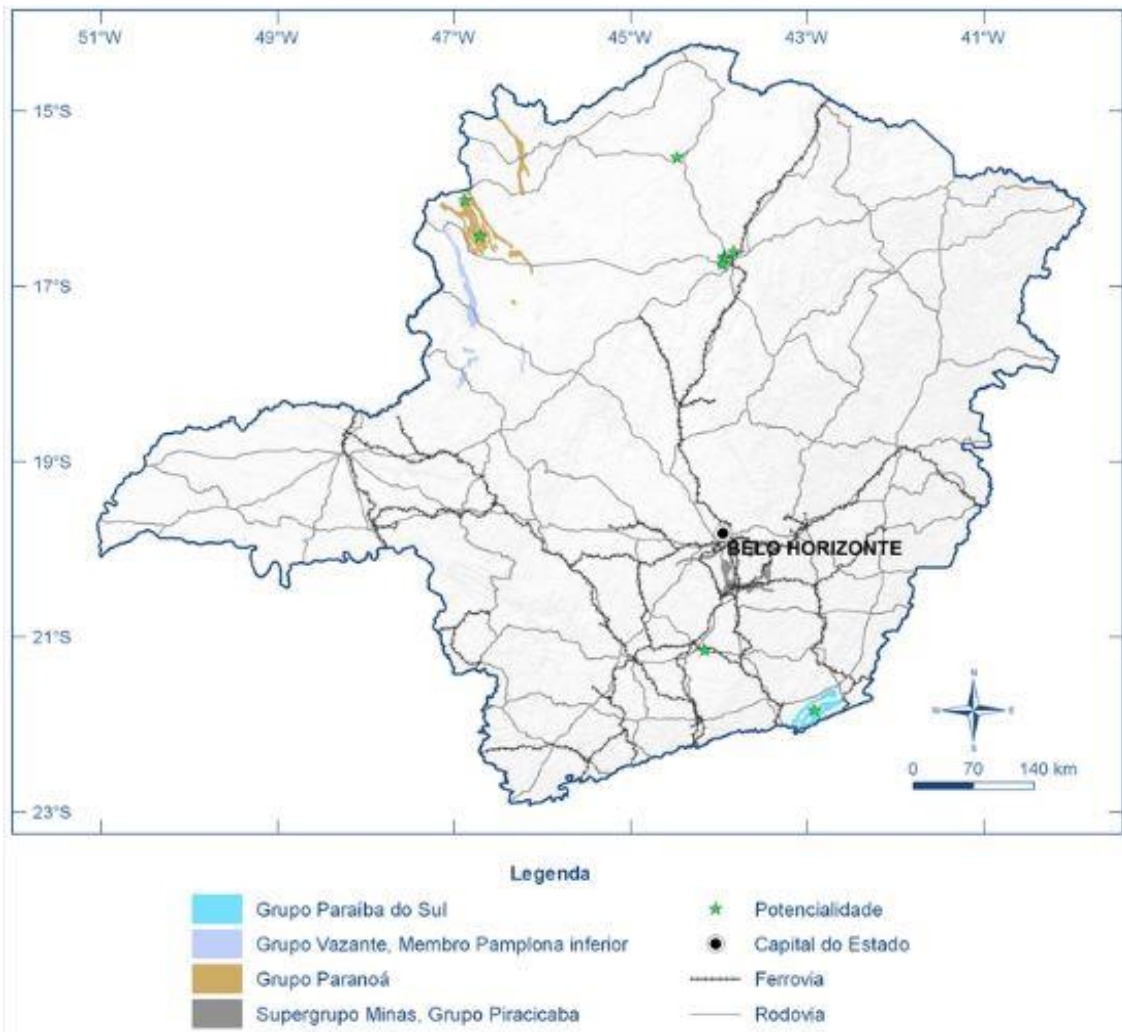


Fonte: CAMPELO, 2018.

4.7 Potencialidades

O estado de Minas Gerais possui outras potenciais jazidas com possíveis concentrações de rochas carbonáticas exploráveis (Figura 7), em unidades geológicas distintas. Sendo elas Grupo Piracicaba, Grupo Paranoá e o Grupo Paraíba do Sul.

Figura 7 - Unidades geológicas com potencialidades para o aproveitamento mineral das rochas carbonáticas no Estado de Minas Gerais.



Fonte: CAMPELO, 2018.

5 CALCÁRIO: VARIEDADES, USOS E APLICAÇÕES

O calcário é encontrado em todos os cinco continentes, com idades que variam do Pré-Cambriano ao Holoceno, explorado principalmente de pedreiras. Entretanto as lavras que possuem muita pureza representam menos de 10% das reservas. A pureza dos calcários, é medida de acordo com seus níveis de calcita (CaCO_3) (LOPES, 1995).

Há uma grande variedade de uso para rochas calcárias e dolomíticas e seus derivados, entre eles: matéria-prima para indústria civil, indústrias de vidro, cimento, cal, rochas ornamentais, fluxantes, fundentes, refratários, agentes removedores de enxofre e fósforo, na indústria siderúrgica, abrasivos e corretivos de solos (LIMA, 2011).

Na indústria, embora a calcita e a dolomita possam ser equivalentes em alguns processos, suas composições químicas, teores de: CaCO_3 (ou CaO), MgCO_3 (ou MgO) e impurezas são fundamentais para geração de produtos específicos, existindo assim, rochas que se adequam ou não a processos, devido à grande variedade química de calcários e dolomitas (LIMA, 2011).

As rochas carbonatadas que possuem uma maior saída de mercado são calcário e dolomito. Os calcários e dolomitos tem origem sedimentar e se constituem, basicamente, por calcita (CaCO_3) e dolomita ($\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$) respectivamente. Sendo a calcita o mineral com maior valor econômico entres eles. As propriedades físicas desses minerais possuem grande semelhança, o que gera a necessidade de testes adicionais, além dos testes de campo, para uma classificação precisa dos mesmos (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

5.1 Calcário na construção civil

Uma grande parte do calcário explorado é usado na construção civil, onde cumpre várias funções, desde funções estruturais a agregados (britas e rochas de outras dimensões) (AMPAR, 2021).

Segundo a United States Geological Survey (USGS) o calcário é uma das rochas mais utilizadas nos Estados Unidos e em países semelhantes geologicamente, como agregados, com cerca de 70% da produção, outro fator do estudo é uma

dificuldade grande em estudos estatísticos para esse tipo de rocha por poder ter várias utilidades (ANUÁRIO ANEPAC, 2012).

O cimento outro derivado do calcário, destaca-se como material, sendo o cimento Portland um aglomerado hidráulico resultante da calcinação e respectiva pulverização de uma mistura dosada de materiais calcários e argilosos mais água (ANUÁRIO ANEPAC, 2012).

A composição do clínquer principal componente do cimento é aproximadamente de 76% de calcário e 24% de rochas argilosas, sendo a especificação média para os calcários destinados a fabricação de cimento, 75% de carbonato de cálcio (CaCO_3), menos de 3% de monóxido de magnésio (MgO) e menos de 0,5% pentóxido de difósforo (P_2O_5) (AMPAR, 2021).

Em 2017 o consumo brasileiro de cimento Portland per capita foi de 254 quilogramas, valor próximo da mediana mundial (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2019).

5.2 Calcário na agricultura

O calcário, principalmente o dolomítico, é uma rocha bastante completa quando se trata de correção de solos ácidos, proporcionando ao solo nutrientes indispensáveis para um bom cultivo como cálcio e magnésio, além de elementos-traço contidos na rocha, neutralizando o solo que pode ser naturalmente ácido ou tenha se acidificado pelo uso de fertilizantes nitrogenados, tais como, nitrato, amônia e sulfatos. A correção aumenta a produtividade do solo e conseqüentemente seu conteúdo orgânico (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

Quimicamente, o cálcio ao reagir com os íons de hidrogênio presentes no solo diminui a concentração deles, elevando o pH do solo. Os produtos responsáveis por esse processo, na agricultura são, na maioria das vezes, calcário moído, seus produtos, cal virgem e hidratada, ou seu rejeito. Com objetivo de alcançar uma faixa de pH do solo próxima a 7 (neutra), ideal para o cultivo da maior parte das plantas. (ABRACAL, 2021)

5.3 Calcário na fabricação da cal

A cal é um elemento consumido em grandes escalas pela construção civil

em revestimento de muros e preparo de argamassa, além de outros usos diversos, no século XVI, os sambaquis que são estruturas pré-históricas de acumulados de conchas e ossos, foram usados para fabricação de cal no Brasil.

A cal virgem possui uma porcentagem entre 100% e 90% de óxido de cálcio, sendo o principal produto de calcinação de rochas cálcio-carbonatadas (calcários/dolomitos). Já a cal hidratada consiste na adição de água à cal virgem gerando uma formação de hidróxido de cálcio e outros componentes menos importantes (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2019).

A calcinação de rochas calcárias em fornos com temperaturas superiores a 725 °C gera cal virgem, onde a qualidade da queima e as propriedades químicas do calcário serão determinantes para determinar a qualidade comercial de uma cal. A produção mundial em 2018 foi de 420 milhões de toneladas, sendo a China o maior produtor mundial, a produção estimada no Brasil foi de 8,4 milhões de toneladas ocupando o 5° lugar no ranking mundial (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2019).

5.4 Calcário na indústria de papel

Segundo Sampaio e Almeida (2008), o mercado vem demonstrando um aumento contínuo do uso de produtos carbonatados, principalmente Ground Calcium Carbonate (GCC), Carbonato de Cálcio Moído e Precipitated Calcium Carbonate (PCC), Carbonato de Cálcio Precipitado, sendo usado como substituto do caulim e de óxido de titânio.

A necessidade por PCC se deu pelo aumento da demanda por produtos cada vez mais puros. O método para obtenção de PCC vem da calcinação de calcários quimicamente específicos, sua vantagem sobre o GPC consiste no seu maior nível de pureza, livre de contaminantes como quartzo e ferro (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

5.5 Calcário na indústria de plástico

O calcário utilizado na indústria de plástico é relacionado principalmente a produção de resinas e Policloreto de Vinila (PVC), com a função de melhorar as propriedades físicas dos produtos e facilitar sua processabilidade, proporcionando uma maior dureza a estes compostos e melhorando suas propriedades de tensão,

textura e brilho de superfície (LIMA, 2011).

Além disso, pode ser dosado para controlar a viscosidade e o coeficiente de expansão térmica do plástico e na moldagem do mesmo, auxiliando também na manufatura de poliéster saturado com 40% de Carbonato de Cálcio Moído, usado na maioria das vezes na indústria automobilística (LIMA, 2011).

O Carbonato de Cálcio Moído ultrafino, menor do que 1,5 micrometros é empregado na produção de plásticos pra fraldas, filmes, materiais de construção, produtos automotivos, sacolas de lixo, tubos, baldes, garrafas entre outros produtos, onde a condutividade térmica é cerca de cinco vezes superior à do polietileno ou polipropileno, aumentando significativamente o rendimento (LIMA, 2011).

5.6 Calcário na indústria de vidro

A dolomita é a principal rocha carbonática utilizada na fabricação de vidros, junto com a areia de quartzo e a barrilha (Na_2CO_3) que são os principais insumos para este processo. Estes materiais são utilizados como fonte na composição soda-cal-sílica, onde a cal proveniente da dolomita tem a função de atuar como fundente sobre a areia de quartzo, o que leva a um aumento da insolubilidade e resistência do vidro, além de reduzir sua fragilidade (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

O processo de aumento de características positivas ao vidro ocorre da seguinte forma, o óxido de magnésio da dolomita age como um estabilizador e catalizador, diminuindo a temperatura de fusão e inibindo as reações entre o estanho e o vidro, no banho de estanho fundido usado na obtenção de vidros planos (LIMA, 2011).

É importante ressaltar que a composição química da dolomita é diferente e específica para cada tipo de vidro entre suas variações.

5.7 Calcário na indústria das rochas ornamentais

As rochas carbonáticas, calcário, dolomito e principalmente o mármore, podem ser explotadas para uso ornamental ou decorativo, pois possuem características como cristalinidade, espessura dos estratos, facilidade no polimento e presença de fósseis (no Brasil a comercialização de fósseis é proibida, mas outros

países praticam esse hábito) (LIMA, 2011).

A cor mais comum das rochas calcárias e dolomíticas é cinza, mas também podem ser encontradas nas cores branca, amarela, bronze ou preta. Sendo o mármore branco calcita pura. As impurezas como ferro, sílica ou até matéria orgânica, podem escurecer as rochas e impossibilitar o seu uso para este fim (LIMA, 2011).

6 PRODUÇÃO DE CALCÁRIO

As entidades com maior relevância que publicam informações e dados relacionados a produção mineral mundial, como o United States Geological Survey (USGS), através do Mineral Commodity Summaries, ou British Geological Survey, dentre outras, não publicam estatísticas específicas sobre as reservas e produção de calcário destinados as áreas consumidoras, considerando que o calcário pode ser adaptado para diversos usos.

Ainda assim há um consenso que a maior parte do material é destinado aos diversos setores da construção civil e para produção agrícola. Isso se dá pela dificuldade de caracterização da produção de calcário diferenciada da produção de outras rochas comumente consideradas como calcário, e pela adaptação do calcário para usos múltiplos, entre outros fatores (DNPM, 2014).

No entanto, o USGS, sugere que as reservas mundiais referentes ao calcário e dolomito, mesmo não sendo estimadas especificamente, são suficientes e adequadas para atender a demanda mundial no decorrer de vários anos.

As principais reservas se encontram em posse dos países com as maiores produções, sendo os três principais países produtores de calcário em 2019 a China, os Estados Unidos e a Índia (STATISTA, 2020).

Na Tabela 1, pode-se observar a produção de algumas das principais substâncias minerais beneficiadas no Brasil do ano de 2011 a 2013, e entre elas o calcário agrícola a cal e o cimento que é composto por 76% de rochas calcárias.

Sendo assim a soma destes insumos levando em conta a porcentagem de composição do cimento são respectivamente, 85.663.680 toneladas em 2011, 94.075.480 toneladas em 2012 e 93.719.175 toneladas em 2013 (DNPM, 2014).

Os estados que se destacam pela produção de calcário são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná e Goiás, que juntos detêm quase 60% das reservas medidas de calcário do país, além de Mato Grosso e Bahia.

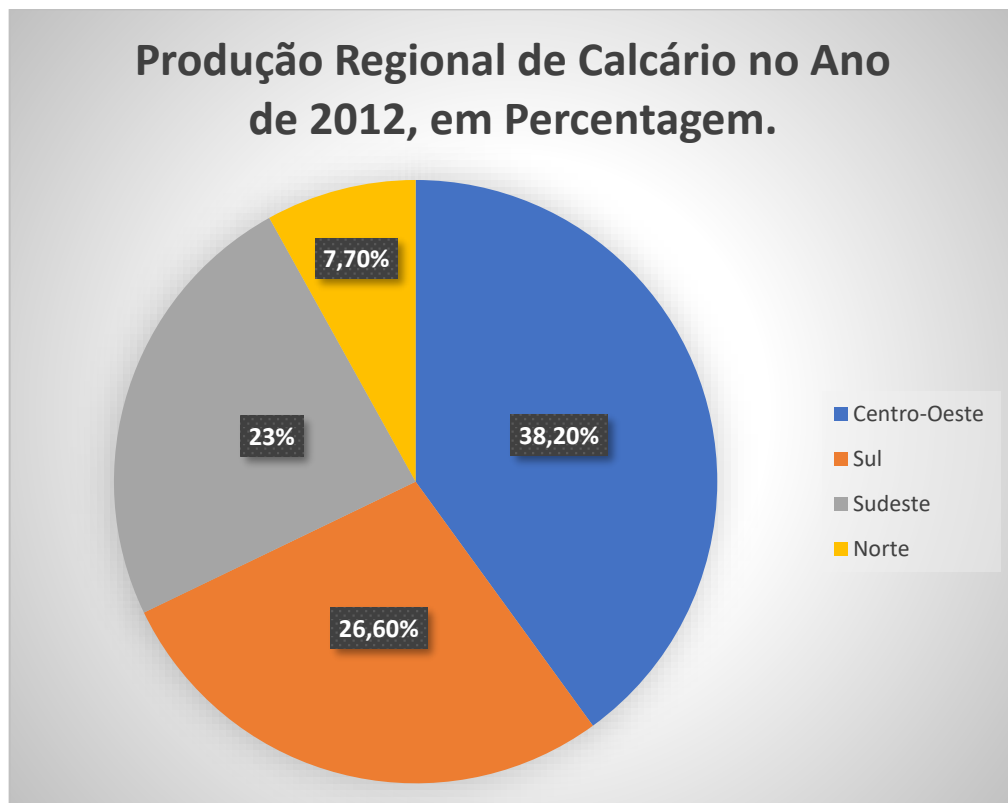
Quanto as regiões responsáveis pelas maiores produções temos, Centro-Oeste, com 38,2%, seguida pela Sul com 26,6%, Sudeste com 23%, Norte com 7,7% e o Nordeste com 4,5%, como pode-se observar no 1 (DNPM, 2014).

Tabela 1 - Produção das principais substâncias minerais beneficiadas.

| Substância | Unidade | 2011 ^(r) | 2012 ^(p) | 2013 ^(p) | (%) Mundo 2013 |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| Aço bruto | (t) | 35.162.000 | 34.682.000 | 34.163.000 | 2,1 |
| Água Mineral ^{1,r} | 10 ³ l | 10.079.331 | 10.484.626 | 11.051.191 | nd |
| Alumínio - Bauxita | (t) | 31.768.000 | 33.260.000 | 32.867.000 | 12,7 |
| Alumínio ² | (t) | 1.680.000 | 1.666.000 | 1.512.000 | nd |
| Areia para Construção | (t) | 346.772.000 | 368.957.000 | 377.247.785 | nd |
| Barita (contido) ^{22,r} | (t) | 7.039 | 3.025 | 0 | 0,4 |
| Bentonita ³ | (t) | 566.267 | 512.975 | 434.000 | 4,3 |
| Brita e Cascalho | (t) | 267.987.000 | 287.040.000 | 293.526.805 | nd |
| Cal | (t) | 8.235.000 | 8.313.000 | 8.419.000 | 2,4 |
| Calcário Agrícola | (t) | 28.718.000 | 33.077.000 | 33.131.000 | nd |
| Carvão Mineral ⁴ (Carvão Benef. Energ.+ Outros Finos) ^r | (t) | 5.613.582 | 6.635.125 | 7.407.175 | 0,1 |
| Caulim ^f | (t) | 1.927.000 | 2.388.000 | 2.139.000 | 5,8 |
| Chumbo ⁵ | (t) | 8.545 | 8.922 | 9.124 | 0,1 |
| Cimento ^f | (t) | 64.093.000 | 69.323.000 | 69.975.000 | 1,7 |

Fonte: DNPM, 2014.

Gráfico 1 - Produção Regional de Calcário em Percentagem.



Fonte: DNPM, 2014.

6.1 Produção em Minas Gerais

O último anuário mineral brasileiro do Departamento Nacional de Produção Mineral que continha um grande acervo de informações oficiais sobre as substâncias minerais não-metálicas produzidas no Brasil foi publicado em 2010 (DNPM 2010).

Nesse anuário, Minas Gerais possuía em reservas de calcário rocha 11.350.354.292 toneladas medidas, 5.206.495.062 toneladas indicadas, 5.001.298.381 toneladas inferidas e 5.750.287.865 toneladas lavráveis, e produção de 39.900.522 toneladas totais, produção bruta e produção beneficiada (Tabela 2).

Tabela 2 - Reservas de calcário no estado de Minas Gerais.

| Calcário em Minas gerais (em toneladas), ano 2009. | | | |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Reservas medidas | Reservas indicadas | Reservas inferidas | Reservas lavráveis |
| 11.350.354.292 | 5.206.495.062 | 5.001.298.391. | 5.750.287.865 |

Fonte: DNPM, 2010.

A quantidade e valor da produção bruta comercializada neste período foi de, 4.207.140 toneladas, com o valor de R\$ 42.307.146, de minério bruto. Enquanto a quantidade e valor da produção comercializada do minério beneficiado foi de, 35.693.382 de toneladas, com o valor de R\$ 393.579.150 (DNPM, 2010).

A partir da década de 2010 as informações sobre as reservas de calcário, produção total, valor da produção e produção comercializada são bem mais escassas e generalistas onde, além da ANM (Agência Nacional de Mineração), outras fontes de caráter privado compilam e disponibilizam alguns dados, como a Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL), Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC).

No Brasil o consumo dos derivados do calcário e o próprio calcário bruto é quase todo interno, não existindo grandes exportações, isso se dá pelo preço do frete que em distâncias razoavelmente curtas compete com o valor do produto, além da forte demanda pelo calcário bruto e seus derivados em todo o país (SILVA, 2009).

Segundo a SNIC (2019), a produção de cimento do estado de Minas gerais é a maior da Região Sudeste. Na Tabela 3 podemos observar a produção referente aos anos de 2010 a 2019, onde Minas Gerais produziu 14.998.000 de toneladas no ano de 2019.

Tabela 3 - Produção de cimento Portland anual da região Sudeste.

| Produção de Cimento Portland anual, da região sudeste (em mil toneladas) | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Estado | Ano | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| MG | | 14.162 | 15.240 | 16.465 | 15.650 | 16.354 | 14.153 | 12.006 | 11.577 | 12.701 | 14.998 |
| ES | | 2.370 | 2.546 | 2.616 | 2.667 | 2.563 | 2.263 | 1.762 | 1.494 | 754 | 682 |
| RJ | | 4.174 | 4.974 | 5.087 | 5.183 | 3.846 | 3.468 | 2.521 | 1.926 | 2.399 | 2.975 |
| SP | | 9.035 | 9.564 | 9.428 | 9.977 | 9.153 | 7.825 | 5.874 | 5.197 | 5.195 | 5.235 |
| Ajustes | | - | - | - | - | 2.486 | 3.388 | 4.881 | 5.190 | 4.380 | 3.690 |
| Sudeste | | 29.741 | 32.324 | 33.596 | 33.477 | 34.402 | 31.097 | 27.044 | 25.384 | 25.429 | 27.580 |

Fonte: SNIC, 2019.

Em 2019, a produção comercializada de cimento Portland pelo estado de Minas Gerais foi de 13.412.000 toneladas, considerando que o preço da tonelada no estado neste ano correspondia a aproximadamente R\$ 310, o valor aproximado da comercialização foi de R\$ 4.157.720.000 (SNIC, 2019).

Segundo a ABRACAL (2020), a produção de calcário agrícola do estado de Minas Gerais é maior da Região Sudeste, como está descrito na Tabela 4, podemos observar a produção da região referente aos anos de 2010 a 2019, onde Minas Gerais produziu 5.868.000 de toneladas em 2019.

Tabela 4 - Produção de calcário agrícola anual da região Sudeste.

| Produção de Calcário Agrícola anual, da região sudeste (em mil toneladas) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Estado | Ano | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| MG | | 5.354 | 6.199 | 5.640 | 6.048 | 6.450 | 5.700 | 6.404 | 6.368 | 6.319 | 5.868 |
| SP | | 2.545 | 3.010 | 2.772 | 2.437 | 2.835 | 2.485 | 3.249 | 3.328 | 3.738 | 4.002 |
| ES | | 247 | 376 | 297 | - | 318 | 285 | 313 | 338 | 281 | 292 |
| RJ | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 98 |

Fonte: ABRACAL, 2019.

Em 2019, a produção comercializada de calcário agrícola pelo estado de Minas Gerais foi de 5.996.914 toneladas, considerando que o preço da tonelada no estado neste ano correspondia a aproximadamente R\$ 40, o valor aproximado da comercialização foi de R\$ 239.876.560 (ABRACAL, 2019).

O Quadro 2, apresenta as principais cidades produtoras de calcário e suas específicas mesorregiões, no estado de Minas Gerais, segundo IBRAM (2016).

Quadro 2 - Municípios Produtores de Calcário em Minas Gerais.

| Municípios Produtores de Calcário em Minas Gerais | |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Município | Mesorregião |
| ALPINÓPOLIS | Sul/Sudoeste de Minas |
| ARCOS | Oeste de Minas |
| BAMBUÍ | Oeste de Minas |
| BARROSO | Campo das Vertentes |
| CAMPO BELO | Oeste de Minas |
| CANDEIAS | Oeste de Minas |
| CAPIM BRANCO | Metropolitana de Belo Horizonte |
| CARANAÍBA | Campo das Vertentes |
| CARMO DO RIO CLARO | Sul/Sudoeste de Minas |
| CONFINS | Metropolitana de Belo Horizonte |
| CONGONHAS | Metropolitana de Belo Horizonte |
| COROMANDEL | Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba |
| CÓRREGO DANTA | Oeste de Minas |
| CÓRREGO FUNDO | Oeste de Minas |
| DORESÓPOLIS | Oeste de Minas |
| FORMIGA | Oeste de Minas |
| FORTALEZA DE MINAS | Sul/Sudoeste de Minas |
| IGUATAMA | Oeste de Minas |
| IJACI | Campo das Vertentes |
| ITACARAMBI | Norte de Minas |
| ITAÚ DE MINAS | Sul/Sudoeste de Minas |
| LAGOA DA PRATA | Central Mineira |
| LAGOA SANTA | Metropolitana de Belo Horizonte |
| MANGA | Norte de Minas |
| MATOZINHOS | Metropolitana de Belo Horizonte |
| MOEMA | Central Mineira |
| MONTES CLAROS | Norte de Minas |
| OURO BRANCO | Metropolitana de Belo Horizonte |
| OURO PRETO | Metropolitana de Belo Horizonte |
| PAINS | Oeste de Minas |
| PARACATU | Noroeste de Minas |
| PARAOPEBA | Metropolitana de Belo Horizonte |
| PATOS DE MINAS | Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba |
| PEDRO LEOPOLDO | Metropolitana de Belo Horizonte |

| | |
|----------------------|----------------------------------|
| PRADOS | Campo das Vertentes |
| PRATÁPOLIS | Sul/Sudoeste de Minas |
| PRESIDENTE JUSCELINO | Central Mineira |
| PRUDENTE DE MORAIS | Metropolitana de Belo Horizonte |
| SANTA ROSA DA SERRA | Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba |
| SANTANA DO RIACHO | Metropolitana de Belo Horizonte |
| SÃO JOÃO DEL REI | Campo das Vertentes |
| SÃO JOSÉ DA LAPA | Metropolitana de Belo Horizonte |
| UBERABA | Metropolitana de Belo Horizonte |
| UNAÍ | Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba |
| VARJÃO DE MINAS | Noroeste de Minas |
| VESPASIANO | Metropolitana de Belo Horizonte |

Fonte: IBRAM, 2016.

O Quadro 3, apresenta as principais empresas produtoras de calcário no estado de Minas Gerais, segundo IBRAM (2016).

Quadro 3 - Principais empresas mineradoras de calcário em Minas Gerais.

| Principais Empresas Mineradoras de Calcário |
|----------------------------------------------------|
| COMPANHIA SIDERURGICA NACIONAL |
| MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS S.A. |
| VOTORANTIM METAIS ZINCO S.A. |

Fonte: IBRAM, 2016.

Segundo DNPM (2014) a produção de calcário rocha é representada principalmente pela produção cimento e calcário agrícola. Assim sendo considera-se que o contexto geral da comercialização e produção deste bem mineral, é representado majoritariamente por estas produções.

Os dados coletados mostram uma oscilação na produção sem um significativo aumento ao longo de 9 anos, no estado de Minas Gerais e em toda região sudeste. Segundo os dados da ABRACAL (2021) e SNIC (2019) a produção e comercialização do calcário são equilibradas, onde o consumo representa o total da produção ou um valor muito aproximado do todo, o que evidencia uma boa saída de mercado para este insumo mineral, e conseqüentemente, um cenário atrativo para investimentos no setor em todo o país.

7 IMPACTO ECONÔMICO

Uma boa forma de evidenciar quantas empresas de mineração existem no Brasil, é pela arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, CFEM, pelo Estado. Onde em 2019, foram constatados 7.296 titulares, sendo assim, pode-se constatar no mínimo mais de 7 mil empresas de mineração atuantes no Brasil (IBRAM, 2020).

A maior parcela das empresas mineradoras existentes no Brasil eram de médio, pequeno e micro porte, no ano de 2017.

Quando 135 minas eram de grande porte, com produção maior que 1 milhão de toneladas por ano.

Outras 992 minas eram de médio porte, com produção menor ou igual a 1 milhão de toneladas e maior do que 100 mil toneladas por ano.

E ainda 2750 minas de pequeno porte, com produção menor ou igual a 100 mil toneladas e maior ou igual a 10 mil toneladas por ano.

Além de, 5.653 empreendimentos minerais de micro porte com produção menor do que 10 mil toneladas por ano (Figura 8).

Figura 8 - Empresas mineradoras no Brasil em 2017.



Fonte: IBRAM, 2019.

O estado de Minas Gerais possui a maior quantidade de minas em operação contabilizando 3399 minas, seguido pelo Rio Grande do Sul com 1973 e São Paulo com 1706 minas (IBRAM, 2020).

O calcário faz parte das substâncias que lideram no número de minas no Brasil, em quinta colocação, com 1008 unidades ativas (Tabela 5). Onde as primeiras sete substâncias correspondem a 77% do número de minas e unidades produtoras no país, sendo todas elas relativas a matérias-primas usadas na construção civil (IBRAM, 2020).

Tabela 5 - Número de minas produtoras por substância mineral no Brasil.

| Ranking | Substância Principal Declarada para Produção | Nº de Minas/Un. Produtoras - 2019 |
|---------|----------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1º | Areia | 4601 |
| 2º | Rochas (Britadas) e Cascalho | 2574 |
| 3º | Argilas | 2526 |
| 4º | Rochas Ornamentais | 1735 |
| 5º | Calcário | 1008 |

Fonte: IBRAM, 2020.

O Gráfico 2, apresenta o faturamento em relação aos anos de 2019 e 2020 por substância no Brasil em bilhões de reais, onde o calcário dolomítico faturou respectivamente R\$ 3,7 bilhões e R\$ 4,2 bilhões.

Em comum com todos os outros integrantes dos países BRIC, Brasil, Rússia, Índia e China, o Brasil possui um grande mercado consumidor, grandes reservas minerais, e produto interno bruto (PIB) maior que 1,3 trilhões de dólares, onde em 2019 o PIB nacional totalizou R\$ 7,3 trilhões (COUNTRY ECONOMY, 2021).

O PIB gerado pelo setor mineral no Brasil em 2020 foi de R\$ 209 bilhões, este setor também dispõe de 74.7 mil empregos diretos e 2.2 milhões de empregos indiretos (IBRAM, 2020).

Onde aproximadamente 6% das empresas mineradoras no Brasil estão relacionadas a produção de calcário, logo uma parcela substancial destes números corresponde a mineração, beneficiamento e transporte deste composto.

Gráfico 2 - Faturamento por substância nos anos de 2019 e 2020.



Fonte: IBRAM, 2020.

No ano de 2019 (Tabela 6) a arrecadação da CFEM foi de R\$ 4,5 bilhões, onde o calcário dolomítico foi classificado como a quinta substância com mais participação no recebido total, com R\$ 75,32 milhões (IBRAM, 2020).

Esta compensação é dividida entre a União, estados, e municípios, e reinvestida nos órgãos fiscalizadores minerários, instituições como a Fundação Nacional do Índio (FUNAI), e traz benefícios diretos a milhares de municípios que recebem a maior parte desta verba, normalmente direcionada a melhorias de infraestrutura, saúde, educação e preservação do meio ambiente (CNM, 2012).

Tabela 6 - Arrecadação da CFEM por substância em 2019.

ARRECAÇÃO DE CFEM POR SUBSTÂNCIA - 2019

| Ranking | Substância | CFEM (R\$) - 2019 | Participação na arrecadação total brasileira |
|---------|---------------------|-------------------|----------------------------------------------|
| 1 | MINÉRIO DE FERRO | 3.519.935.311,54 | 78,1% |
| 2 | MINÉRIO DE COBRE | 205.205.640,65 | 4,6% |
| 3 | MINÉRIO DE OURO | 201.230.757,54 | 4,5% |
| 4 | MINÉRIO DE ALUMÍNIO | 123.015.236,89 | 2,7% |
| 5 | CALCÁRIO DOLOMÍTICO | 75.322.639,18 | 1,7% |

Fonte: IBRAM, 2020.

Além da CFEM, as empresas mineradoras legais, despendem de altos valores com outras taxas, gerando um montante relevante em tributos, para o Estado, esses tributos mudam de acordo com o local do empreendimento, seu tamanho e a natureza das suas atividades (CNM, 2012).

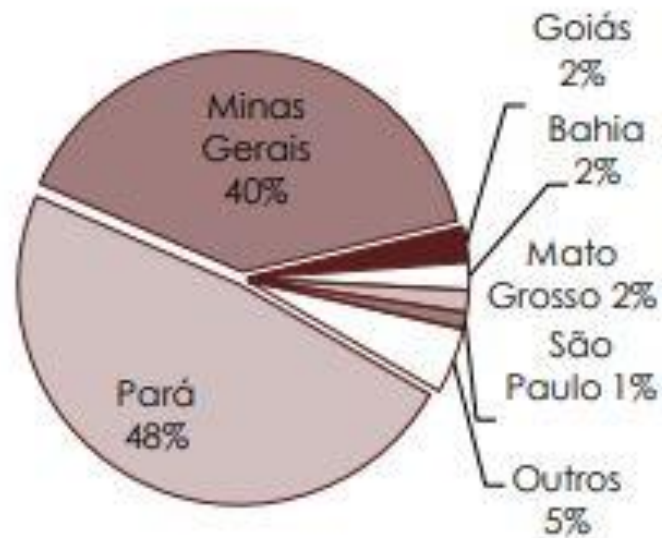
7.1 Impacto econômico em Minas Gerais

A mineração em geral é uma peça vital, para a saúde econômica do estado de Minas Gerais como um todo, onde além dos empregos gerados direta e indiretamente, traz investimentos e arrecadações aos municípios, onde o PIB gerado em 2018 pelo estado foi de R\$ 614.87 bilhões, onde o valor médio do PIB arrecadado pelo setor extrativista mineral é cerca de 4 % (IBGE, 2020).

Em 2016 o setor mineral era responsável por 58.166 empregos diretos, no estado de Minas Gerais o que não considera todos os outros empregos que estão intimamente dependentes das atividades mineradoras, mas não fazem parte do setor extrativo mineral, chamados de empregos indiretos (CAVENAGHI, 2019).

Como demonstrado no Gráfico 3, a arrecadação da CFEM no ano de 2020 foi de R\$ 6 bilhões, onde o estado de Minas Gerais foi o segundo principal contribuinte com 40% da receita, logo atrás do Pará que arrecadou 48% (ANM, 2021).

Gráfico 3 - Arrecadação da CFEM por estados no ano de 2020.

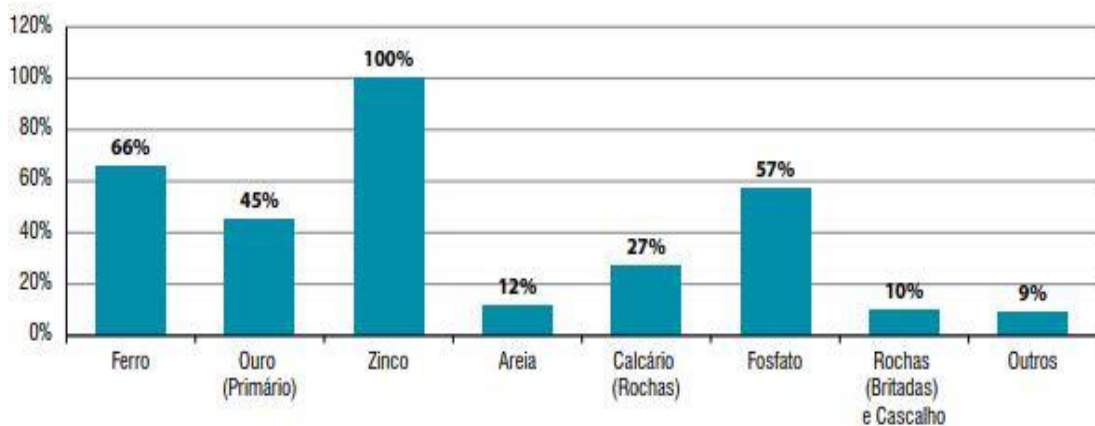


Fonte: SGM, 2020.

Como pode-se constatar no tópico Produção, o calcário possui uma grande produção e comercialização no estado, sendo as maiores da região Sudeste. Portanto entre todos os estados brasileiros, Minas Gerais possui um dos maiores impactos econômicos propiciado por esta substância.

O Gráfico 4, descreve a importância do estado de Minas Gerais em relação as principais produções com impacto nacional entre elas o calcário, apresentando um grande protagonismo no setor extrativo mineral brasileiro.

Gráfico 4 - Participação de Minas Gerais na produção nacional.



Fonte: IBRAM, 2016.

Os municípios produtores de calcário no estado de Minas Gerais, possuem uma grande participação no PIB estadual com média de 13% do total, gerando também uma renda per capita anual 16,6% maior que a média das cidades mineiras e concentra 11,2% da população residente estadual (IBRAM, 2016).

8 CONCLUSÕES

O levantamento bibliográfico realizado permitiu traçar um panorama das principais reservas de calcário de Minas Gerais, suas características geológicas, áreas com potencialidades para novos estudos, aplicabilidades deste mineral e a identificação dos principais polos produtivos dessa indústria em território mineiro.

Minas Gerais se destaca nesta indústria, com 5.750.287.865 de toneladas lavráveis, e a quantidade e valor da produção comercializada do minério beneficiado foi de, 35.693.382 de toneladas, com o valor de R\$ 393.579 milhões, no ano de 2009, além das produções e valores comerciais das produções de cimento e calcário agrícola dos anos de 2010 a 2019, onde Minas Gerais liderou as pesquisas na região Sudeste, mostrando ser um grande polo produtor e consumidor deste insumo.

Uma questão séria encontrada na pesquisa, e discutida anteriormente, foi ausência de informações oficiais, acerca dessa indústria, nas publicações do DNPM, a partir de 2010.

No entanto, destarte esta incoerência, fica patente através dos dados levantados, a importância dessa indústria no tocante a número de postos de trabalho criados, a arrecadação de tributos que o setor extrativo mineral ao qual a produção de calcário faz parte, notadamente, nos municípios produtores de calcário do estado que implicam em grande participação no PIB estadual com média de 13% do total. Esse impacto gera também uma renda per capita anual 16,6% maior que a média das cidades mineiras e concentra 11,2% da população residente estadual.

Em suma, o levantamento bibliográfico permitiu descrever o cenário geral do mercado comercial relacionado ao minério, as principais produções do Brasil com foco na região Sudeste e no estado de Minas Gerais, os impactos econômicos associados a esta prática, assim como o número de minas existentes, empregos ligados ao setor, faturamento, PIB, e a arrecadação da CFEM.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO ANEPAC, 2012, São Paulo. **Guia de Fornecedores | Catálogo de Produtores**. São Paulo: Kd Editora e Comunicação, 2012. 107 p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2019, Brasília. **Setor de Transformação de Não Metálicos**. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2019. 85 p.

ARRECADAÇÃO CFEM. **ANM**, 2021. Disponível em <https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem.aspx>. Acesso em: 05 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO DOS MINEIRADORES DE PAÍNS, ARCOS E REGIÃO. **AMPAR**, 2021. Página inicial. Disponível em <<http://www.amparassociacao.com.br/index/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE CALCÁRIO AGRÍCOLA. **ABRACAL**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<http://www.abracal.com.br/>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

BARBOSA, O.; BRAUN, O. P. G.; DYER, R. C., CUNHA, C. A. B. R. 1970. **Geologia da região do Triângulo Mineiro**. Bol. Soc. Bras. Geol., n. 136, MME-DNPM-DFPM, Rio de Janeiro, 146 p.

BARUQUI, A. M. *et al.* **Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Zona Campos das Vertentes - MG**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

BITTENCOUR, J. S. *et al.* O Registro Fóssil das Coberturas Sedimentares do Cráton do São Francisco em Minas Gerais. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 23, p. 39-62, dez. 2015.

BÓ, P. F. F. D.; LADEIRA, F. S. B. Ambientes Paleoclimáticos da formação Marília baseado em análise Paleopedológica na Região de Monte Alto (SP). **Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 127-134, jul. 2006.

CAMPELO, M. Rochas Carbonáticas. **Recursos Minerais de Minas Gerais**, 2018. Disponível em: <http://recursomineralmg.codemge.com.br/substancias-minerais/rochas-carbonaticas/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CNM. **Estudos Técnicos CNM**. 5. ed. Brasília: Confederação Nacional de Municípios, 2012.

COUNTRY ECONOMY. **Countryeconomy.com**, 2021. Página inicial. Disponível em :<<https://pt.countryeconomy.com/paises/grupos/brics>>. Acesso em: 28 fev. 2021.

CAVENAGHI, A. G. de O. G. **OS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA MINERAÇÃO NA CIDADE DE ARAXÁ-MG**. 2019. 64 f. TCC (Graduação) - Curso

de Engenharia de Minas, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais Unidade Araxá, Araxá, 2019.

DARDENNE M. A. **2001. Lithostratigraphic sedimentary sequences of the Vazante Group.** In: A. MISI & J. B. G. TEIXEIRA (eds.) Proterozoic Base Metal Deposits of Africa and South America, IGCP 450 1st Field Workshop, Belo Horizonte and Paracatu, Brazil, p. 48-50.

DARDENNE M. A., FREITAS-SILVA F. H., SOUZA J. C. F., CAMPOS J. E. G. 1998. Evolução tectonosedimentar do Grupo Vazante no contexto da Faixa de Dobramentos Brasília. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte, Resumos, p. 26.

DNPM, 2010, Brasília. **Anuário Mineral Brasileiro.** Brasília: DNPM, 2010.

DNPM, 1., 2014, Brasília. **Anuário Mineral Estadual - Minas Gerais.** Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2017. 133 p.

DNPM, 36., 2014, Brasília. **Sumário Mineral.** Brasília: DNPM, 2014.

FARINA, F.; ALBERT, C.; DOPICO, C. M; GIL, C. A; MOREIRA, H.; HIPPERTT, J. P.; CUTTS, K.; ALKMIM, F. F.; LANA, C. The Archean–Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Brasil): current models and open questions. **Journal of South American Earth Sciences**, [S.L.], v. 68, p. 4-21, Jul. 2016. Elsevier BV.

IBRAM. **Panorama da Mineração em Minas Gerais.** Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2016.

IBRAM. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2020.** Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2020. 84 p.

LIMA, L. A. M. de. **Produção de Calcário no Estado do Rio de Janeiro.** 2011. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

LIME production by country in 2019. **Statistica**, 2020. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/657049/production-of-lime-worldwide/#:~:text=The%20three%20leading%20lime%20producing,16%20million%20metric%20tons%2C%20respectively>>. Acesso: 22 fev. 2020.

SNIC, 2019, São Paulo. **Relatório anual.** São Paulo: Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, 2019. 44 p.

LOPES, J. N. **Faciologia e gênese dos carbonatos do Grupo Bambuí na região de Arcos, estado de Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 1995.

MARQUES, C S. de S. **Geologia e Químioestratigrafia do Grupo Vazante em Lagamar.** 2015. 150 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Geologia, UFMG, Belo Horizonte, 2015.

MISI, A.; AZMZ, K.; KAUFMAN, A. J.; OLIVEIRA, T. F.; SANCHES, A. L.; OLIVEIRA, G.D. 2014. **Review of the geological and geochronological framework of the Vazante sequence, Minas Gerais, Brazil:** Implications to metallogenic and phosphogenic models. *Ore Geology Reviews*, 63: 76-90.

PANORAMA de Minas Gerais. **IBGE**, 2021. Disponível em<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>>. Acesso em: 05 abr. 2021.

RENGER, F. E. *et al.* Evolução Sedimentar do supergrupo Minas: 500 Ma. de registro geológico no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais, Brasil. **Geonomos**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 1-11, 1 jul. 1994.

SAMPAIO, J.; ALMEIDA, S. **Rochas e Minerais Industriais no Brasil:** usos e especificações. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM, 2008.

SANTOS, C. I. F. **As Relações entre Endocarste e Exocarste na Província Cárstica de Arcos - Pains - Doresópolis/MG.** Dissertação (Mestrado) UFMG. Belo Horizonte. 2002.

SEER, H. J. *et al.* Grupo Araxá em sua área tipo: um fragmento de crosta Oceânica Neoproterozóica na faixa de dobramentos Brasília. **Revista Brasileira de Geociências**, Araxá, v. 31, n. 3, p. 385-396, set. 2001.

SGM, 2020, Brasília. **Boletim do Setor Mineral.** Brasília: Secretaria de Geologia Mineração e Transformação Mineral, 2020.

SILVA, J. J. M. Consultoria. **Projeto de assistência técnica ao setor de energia.** Nova Lima: J. Mendo Consultoria, 2009.