

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – FCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (PPGEP)

MERCADO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO ÂMBITO DO ARRANJO
PRODUTIVO DE BASE MINERAL

Ornamental Rock Market Under Productive Mineral Base

MÁRCIO HENRIQUE ALVES

Aparecida de Goiânia – GO
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

☒ Dissertação ☐ Tese

2. Nome completo do autor

Márcio Henrique Alves

3. Título do trabalho

MERCADO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO ÂMBITO DO ARRANJO PRODUTIVO DE BASE MINERAL

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Márcio Henrique Alves, Coordenador Administrativo**, em 23/02/2021, às 15:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



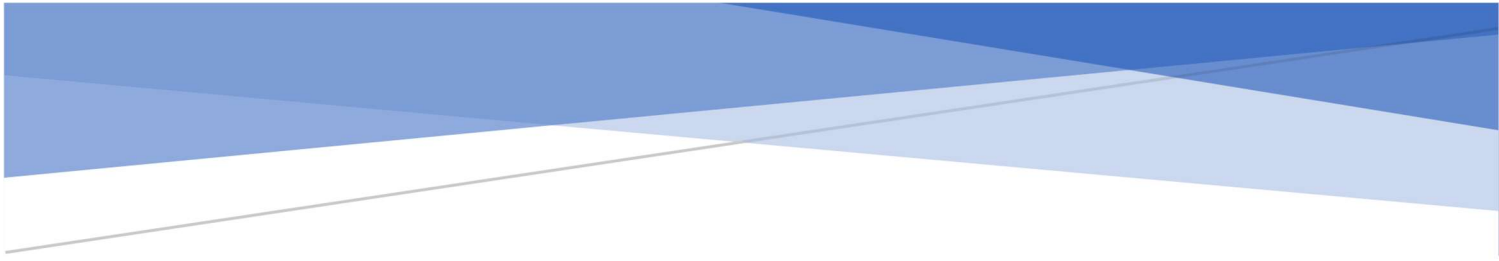
Documento assinado eletronicamente por **José De Araújo Nogueira Neto, Professora do Magistério Superior**, em 24/02/2021, às 08:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1895173** e o código CRC **99F5360C**.

Referência: Processo nº 23070.000932/2021-67

SEI nº 1895173



MERCADO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO ÂMBITO DO ARRANJO PRODUTIVO DE BASE MINERAL

Ornamental Rock Market Under Productive Mineral Base

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de
Produção da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Federal de Goiás,
para obtenção do grau de mestre em Engenharia de Produção.

Márcio Henrique Alves

Marcio.alves@ufg.br

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Alves, Márcio Henrique
MERCADO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO ÂMBITO DO
ARRANJO PRODUTIVO DE BASE MINERAL [manuscrito] / Márcio
Henrique Alves. - 2021.
XCIV, 94 f.

Orientador: Prof. Dr. José de Araújo Nogueira Neto ; co
orientador Dr. Sólon Bevilacqua.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, ,
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Goiânia, 2021.
Bibliografia.
Inclui abreviaturas, gráfico, tabelas.

1. Rochas. 2. Granito. 3. Mercado. I. Nogueira Neto , José de
Araújo , orient. II. Título.

CDU 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **01** da sessão de Defesa de Dissertação de **Márcio Henrique Alves**, que confere o título de Mestre em **Engenharia de Produção**, na área de concentração em **Gestão Estratégica e Operacional da Produção**.

Aos **nove dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte um**, a partir das **14h30min**, de forma virtual através da plataforma **Google Meet**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**MERCADO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO ÂMBITO DO ARRANJO PRODUTIVO DE BASE MINERAL**”, apresentada pelo candidato **Márcio Henrique Alves**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador (Presidente da Banca), Professor Doutor **José de Araújo Nogueira Neto (PPGEP/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora **Irani Clezar Mattos (UFC)**, membro titular externo; e Professor Doutor **Ricardo Emílio Ferreira Quevedo Nogueira (UFC)**, membro titular externo. Antes do início da apresentação por parte do candidato o presidente da Banca concedeu a palavra ao Professor Doutor **Hélio Yochihiro Fuchigami, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)**, o qual salientou a importância histórica dessa defesa por representar a primeira dissertação do programa, abrilhantando o esforço requerido para a criação do mestrado. Em seguida, o Presidente deu o uso da palavra ao Professor Doutor **Júlio Cesar Valandro Soares Diretor da Faculdade de Ciências e Tecnologia**, o referido Diretor reiterou as palavras do Coordenador, e agradeceu a presença de todos na sala virtual, e em especial aos componentes da banca. De posse novamente da palavra o Presidente ensejou o início da Defesa. O candidato expôs oralmente a Dissertação, em seguida os membros da banca procederam à arguição, no âmbito da qual sugeriram pequenas alterações no texto, quanto ao conteúdo e forma. Em seguida a Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta com intuito de concluir o julgamento da Dissertação, e pelo qual, por unanimidade, consideraram o candidato **aprovado**. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **José de Araújo Nogueira Neto**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **nove dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte um**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Sem Alteração do Título



Documento assinado eletronicamente por **José De Araújo Nogueira Neto, Professora do Magistério Superior**, em 10/02/2021, às 09:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Irani Clezar Mattos, Usuário Externo**, em 10/02/2021, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Emílio Ferreira Quevedo Nogueira, Usuário Externo**,



em 11/02/2021, às 08:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Márcio Henrique Alves, Coordenador Administrativo**, em 17/02/2021, às 15:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1866302** e o código CRC **83CD561C**.

Referência: Processo nº 23070.000932/2021-67

SEI nº 1866302

Agradecimentos

Obrigado a Deus.

Agradeço infinitamente o apoio de minha amada esposa Giselle Paula e meu amado filho Henry Guimarães, eu não estaria aqui se não sonhássemos juntos.

A minha família maravilhosa, que aqui considero de maneira especial a minha mamãe Sônia e minha irmãzinha Sandra, que são incentivadoras de toda minha vida profissional e acadêmica.

Agradeço o senhor Jerônimo Alves, meu amado pai.

Agradeço os meus amados irmãos: Júnior, Marcelo e João.

Agradeço o meu orientador e amigo querido José Nogueira, obrigado por tudo, você é demais.

Agradeço o meu coorientador e amigo Sólon Bevilacqua obrigado por todo apoio.

Agradeço o nosso querido coordenador do programa professor Hélio Yochihiro.

Agradeço o diretor Faculdade de Ciências e Tecnologia, Júlio Cesar Valandro Soares obrigado pelo incentivo.

Ao secretário do PPGE, Vinicius de Faria, meu agradecimento por sempre me atender com zelo e dedicação.

Agradeço os meus amigos que contribuíram com o trabalho: Diorgenes dos Santos e Francisco Fittipaldi Vessani.

Meu carinho especial a todos os professores e técnicos que contribuíram para essa conquista.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. Considerações Iniciais	11
2. METODOLOGIA.....	11
Capítulo 1:ARRANJO PRODUTIVO DE GRANITOS ORNAMENTAIS EM GOIÁS ..	12
1. Introdução	15
2. Metodologia.....	15
3. Resultados	17
3.1 Panorama Mundial	17
3.2 Panorama Brasileiro.....	19
3.3 Panorama Goiano	20
3.4 Importância do Planejamento Estratégico Para o Setor.....	28
3.5 Métodos de Lavra de Rochas Ornamentais	31
3.6 Beneficiamento	32
4. Conclusão	33
5. Referências	34
Capítulo 2: BRAZILLIAN ORNAMENTAL ROCK IMPORTS AND EXPORTS: A STUDY OF THE IMPACT OF COVID-19 IN THE MARKET.....	37
1. Introduction	38
2. Methodology	39
3. Results and Discussion	41
3.1 Imports	41
3.2 Exports	43
4. Conclusion.....	52
5. References	54
Capítulo 3: CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE UM ULTRAMILONITO DA REGIÃO DE MARCO – CE.....	56
1. Introdução	58
2. Contexto Geológico.....	58
2.1 Dominio Médio coreaú (DMC).....	59
3. Materiais e Métodos	60
4. Caracterização Tecnológica	61
4.1 Análise Petrográfica	61
4.2 Resultados Físicos-Mecânicos.....	63

4.2.1	Índices Físicos	64
4.2.2	Resistência a Compressão Uniaxial Simples	67
4.2.3	Resistência a Flexão em 3 Pontos	68
4.2.4	Resistência a Flexão em 4 Pontos	69
4.2.5	Desgaste Abrasivo Amsler	70
4.2.6	Resistência ao Impacto de Corpo Duro.....	70
4.2.7	Velocidade de Propagação de Ondas Ultra-Sônicas (m/s)	70
5.	Conclusões	71
6.	Agradecimentos	72
7.	Referências Bibliográficas.....	72
Capítulo 4: RESUMO:SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM GOIÁS :ASPECTOS PRELIMINARES.....		78
Capítulo 5: PÔSTER:SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM GOIÁS: ASPECTOS PRELIMINARES		81
Capítulo 6: RESUMO:IMPORTAÇÕES E EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS-UM BALANÇO DO IMPACTO NO MERCADO DEVIDO AO COVID-19.....		83
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		87

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Evolução dos Requerimentos Protocolizados no Estado de Goiás e Distrito Federal – 2013 a 2017	22
Tabela 2 - Evolução dos Títulos Minerários Publicados no Estado de Goiás e Distrito Federal – 2013 a 2017.	22
Tabela 3 - Pedidos de lavra, por município, no estado de Goiás e Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017	23
Tabela 4 – Pedidos de lavra por município/substância, em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.....	23
Tabela 5 – Concessões de lavra por substância/município em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017	24
Tabela 6 – Relatórios de pesquisa aprovados substância/município em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.....	24
Tabela 7 - Relatórios de pesquisa e pedidos de lavra por substância. Situação vigente em 31.12.2017	25
Tabela 8 – Títulos de lavra, por municípios, do estado de Goiás e Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.....	25
Tabela 9 – Títulos minerários por substância, no estado de Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.....	26
Tabela 10 – Alvarás de pesquisa por substância/município em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.....	26
Tabela 11 – Registro de licença por substância/município em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.....	27
Tabela 12 – Reservas minerais, por substância/município, do estado de Goiás e Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.....	27
Tabela 13 – Arrecadação da CFEM, por município, no estado de Goiás e Distrito Federal em 2017.	28
Tabela 14 – Arrecadação da CFEM, por substância/ município, no estado de Goiás e Distrito Federal em 2017.	28
Tabela 15 - Produção, comercialização, valor da produção mineral e percentual de crescimento.	29
Tabela 16 - Evolução do valor da produção mineral do estado de Goiás de 2013 a 2017.	32
Tabela 17 – Total das importações de rochas ornamentais no 1S18, 1S19 e 1S20, em US\$ e toneladas.....	41
Tabela 18 – Importações de rochas ornamentais no 1S18, 1S19 e 1S20, em Dólares, por classificação (Silicáticas para os granitos e Carbonáticas para os mármore) e por tipo (brutas - em blocos, ou manufaturadas - em chapas).	43
Tabela 19 – Preço médio dos principais importadores brasileiros de rochas ornamentais. Em azul: maiores altas em 2020; em vermelho: maiores baixas de 2020.	43
Tabela 20 – Total das exportações de rochas ornamentais no 1S18, 1S19 e 1S20, em US\$ e toneladas.....	43

Tabela 21 – Exportações de Rochas Ornamentais no 1S18, 1S19 e 1S20, em Dólares, por classificação (Silicáticas para os granitos e Carbonáticas para os mármore) e por tipo (brutas - em blocos, ou manufaturadas - em chapas).....	44
Tabela 22 - Variações dos preços de exportação de rochas ornamentais entre o 1T19 e o 1T20, em percentagem. Preço médio em dólares por tonelada.....	44
Tabela 23 – Variações dos pesos em Toneladas de rochas ornamentais entre o 1T19 e o 1T20, em percentagem.	45
Tabela 24 – Exportações de Rochas Ornamentais no 1T19 e 1T20, em toneladas, por classificação rochosa (mármore ou granitos) e por tipo (blocos ou chapas).	45
Tabela 25 – Preço médio dos principais exportadores brasileiros de rochas ornamentais. Em azul: maiores altas em 2020; em vermelho: maiores baixas de 2020.	46
Tabela 26 – Exportação em toneladas para os principais exportadores brasileiros de rochas ornamentais. Em azul: maiores altas em 2020; em vermelho: maiores baixas de 2020.	46
Tabela 27 – Exportações de Rochas Ornamentais no 1S18, 1S19 e 1S20, em Dólares, para os principais exportadores brasileiros de rochas ornamentais. Em azul: maiores altas em 2020; em vermelho: maiores baixas de 2020.....	47
Tabela 28 – Preço médio dos principais exportadores brasileiros de rocha ornamentais e em azul: maiores altas em 2020; em vermelho: maiores baixas de 2020.	47

Lista de Quadros

Quadro 1 – Métodos de lavra de rochas ornamentais.....	17
Quadro 2 – Grupos de Rochas Ornamentais por NCM.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Exportações Brasileiras por País de Destino janeiro a agosto de 2019 (U\$\$ milhão)	19
Gráfico 2 – Principais Estados Exportadores janeiro a agosto de 2019 (U\$\$ milhão)	20
Gráfico 3 – Exportações brasileiras por país de destino 1º trimestre 2020 (US\$ 1.000)	49
Gráfico 4 - Principais estados exportadores 1º trimestre (US\$ 1.000)	50
Gráfico 5 - Principais portos de embarque – 1º trimestre 2020	51
Gráfico 6 - Número total de novos casos de COVID-19 por mês e por país estudado.	52
Gráfico 7 – Novos casos de COVID-19 confirmados por dia, e por país estudado. ...	52

LISTA DE SIGLAS

ABIROCHAS Ornamentais	Associação Brasileira da Indústria de Rochas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APLs	Arranjos Produtivos Locais
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IBAMA Renováveis	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
PLMA	Plataforma Logística Multimodal de Anápolis
RAL	Relatório Anual de Lavras
SWOT	<i>Strengths, weaknesses, opportunities, threats (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças)</i>

1.INTRODUÇÃO

1.1Considerações Iniciais

Essa coletânea de artigos compõe o trabalho final apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado Profissional em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

O trabalho é oriundo de pesquisa baseada nos arranjos produtivos no setor mineral com enfoque no mercado, tecnologia, e métodos de beneficiamento.

Os artigos foram divididos em capítulos, sendo os principais trabalhos intitulados: “Arranjo produtivo de granitos ornamentais em goiás” apresentado no capítulo 1, o mesmo foi submetido para a Revista de Administração de Empresas-RAE; “Brazilian ornamental rock imports and exports: a study of the impact of Covid-19 in the Market” texto apresentado no capítulo 2, o mesmo foi publicado na edição de Novembro de 2020 na International Journal of Advanced Engineering Research and a Science; “Caracterização tecnológica de um ultramilonito da região de Marco-Ce” texto apresentado no capítulo 3, pautado em dados obtidos anteriormente por Nascimento (2014), submetido ao Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ.

O capítulo 4 e 5 apresentam respectivamente um resumo e um pôster publicado no X Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, intitulado: “Setor de rochas ornamentais em Goiás: Aspectos preliminares”. O capítulo 6 apresenta um resumo intitulado: “Importações e exportações brasileiras de rochas ornamentais: Um balanço do impacto no mercado devido ao Covid-19”, publicado no 3º Encontro Goiano de Engenharia de Produção.

2. METODOLOGIA

Os métodos tratados foram por meio de fontes primárias e secundárias, sendo as primárias obtidas por meio de interação campo-gabinete, explorando caracterização dos métodos de extração e lavra do mercado e sua relação com o processo para exportação e importação em Goiás e no Brasil, já o método secundário foi tratado através da pesquisa bibliográfica, coletamos materiais e dados estatisticamente para apresentar resultados e analisar possíveis soluções, além de determinar motivos para queda ou evolução de determinado produto comercial.

Capítulo 1:

ARRANJO PRODUTIVO DE GRANITOS ORNAMENTAIS EM GOIÁS

ARRANJO PRODUTIVO DE GRANITOS ORNAMENTAIS EM GOIÁS

Productive Arrangement of Ornamental Granites in Goiás

Arreglo Productivo de Granitos Ornamentales en Goiás

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo caracterizar e analisar soluções de viabilidade da exploração de granitos ornamentais no estado de Goiás. Frente ao significativo potencial da região, apenas 200 mil toneladas de rochas ornamentais são beneficiadas, com destaque para granitos, quartzito e serpentinito, aspecto esse que evidencia a importância desse projeto, visto que o sistema minerário brasileiro necessita de adequações para incremento das atividades produtivas do setor, com a identificação de ações voltadas ao desenvolvimento e eficiência da produção dos granitos para exportação. As soluções de logística e adequação para o mercado de exportação, bem como empreender novas soluções de transporte do material, são fatores marcantes para o crescimento do setor. O estado, por se posicionar distante dos principais portos, depende muito da malha viária para viabilidade de venda dos produtos, de modo que o alto custo de transporte acaba sendo um impasse para as empresas de mineração ali instaladas. Os estados de Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia e Ceará são importantes polos de produção de rochas ornamentais no Brasil para comercialização em blocos, neste sentido é registrado um comportamento empreendedor maior que na região centro oeste do país, esses estados utilizam alta tecnologia para extração, avançam na exportação, resultando em um arranjo setorial qualificado, reduzindo custos e crescendo eficácia geral da produção. Em Goiás foram abertos nos últimos dois anos, mais de 160 pedidos de extração de minerais no estado, mas nota-se que apenas pouco mais de uma dezena de pedreiras encontram-se em produção. Tal comportamento é decorrente de gargalos que o setor encontra na fase de pesquisa, comprometendo as etapas posteriores que levam efetivamente retirada de material.

PALAVRAS-CHAVE: Rochas; Goiás; Granito; Arranjo.

ABSTRACT

The presente article aims to describe and analyze viability solutions in granite ornamental rock exploration in the state of Goiás, Brazil. Due to the significant potential of the region, only 200Mt of ornamental rocks were explored and processed, mainly granites, quartzites and serpentinites. This aspect makes clear the importance of the project, because the Brazilian mining system needs improvements so it can develop further, identifying needed actions turned to efficiency and development of granites for exportation. The logistics solution as well as new solutions on the transportation of the material, are main factors to improve development of the sector. The Goiás state, because of its position far from the main ports, has a high transport cost so it can export ornamental rocks. In other states, Bahia, Ceará, Minas Gerais and Espírito

Santo, are important centers of ornamental rock production. This is attributed to a higher business entrepreneurship, and a higher level of technology in extraction, resulting in a more skilled production arrangement, reducing costs and improving the overall efficiency of the business. In Goiás, 160 new mining requests were made last year, but only a few were for ornamental rock production. This happens mainly due to bottlenecks in the research phase that compromise the project to reach production phase.

KEYWORDS: *Rocks; Goiás; Granites; Arrangement.*

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo caracterizar y analizar soluciones de factibilidad para la explotación de granitos ornamentales en el estado de Goiás. En vista del importante potencial de la región, solo se benefician 200 mil toneladas de rocas ornamentales, con énfasis en granitos, cuarcitas y serpentinitas, aspecto que lo que destaca la importancia de este proyecto, dado que el sistema minero brasileño necesita ajustes para incrementar las actividades productivas del sector, con la identificación de acciones orientadas al desarrollo y eficiencia de la producción de granito para la exportación. Las soluciones logísticas y de adecuación para el mercado de exportación, así como el abordaje de nuevas soluciones para el transporte del material, son factores importantes para el crecimiento del sector. El estado, al estar ubicado lejos de los principales puertos, depende mucho de la red vial para la factibilidad de vender productos, por lo que el alto costo del transporte termina siendo un impasse para las empresas mineras allí instaladas. Los estados de Espírito Santo, Minas Gerais, Bahía y Ceará son importantes polos para la producción de piedras ornamentales en Brasil para su comercialización en bloques, en este sentido se registra un mayor comportamiento empresarial que en la región centro-oeste del país, estos estados utilizan alta tecnología para la extracción, avance en la exportación, resultando en un arreglo sectorial calificado, reduciendo costos y agregando eficiencia general de producción. En Goiás se han abierto más de 160 solicitudes de extracción de minerales en el estado en los últimos dos años, pero se observa que poco más de una docena de canteras están en producción. Tal comportamiento se debe a los cuellos de botella que encuentra el sector en la fase de investigación, comprometiendo las etapas posteriores que efectivamente toman la remoción de material.

PALABRAS CLAVE: *Rocas Goiás; Granito; Arreglo.*

1. INTRODUÇÃO

Goiás é um grande polo de mineração do Brasil, voltado aos bens minerais metálicos sobretudo, o que resulta em grande relevância no PIB local, ficando atrás apenas da agropecuária. Entretanto, no âmbito do segmento de rochas ornamentais e de revestimento, direcionado à indústria da construção civil, a despeito do enorme potencial em Goiás, não configura entre os dez maiores produtores do país.

O mercado de granitos ornamentais necessita de um arranjo produtivo mais estruturado, para integrar a produção goiana de forma a gerar lucros e expandir as importações e exportações do setor, que ainda, trabalha de maneira tímida nesse aspecto.

Goiás precisa trabalhar as conexões da cadeia produtiva em todas as esferas, para viabilizar maior competitividade, compartilhar recursos e ampliar negócios. Exemplos bem sucedidos advêm de estados como Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia e Ceará, nos quais a cadeia produtiva possui mais representatividade, hoje esses estados estão entre os maiores exportadores de granitos ornamentais do Brasil. Nesse contexto, vamos analisar o mercado destas regiões, com intuito de se estabelecer parâmetros que possibilitem a geração de indicadores aplicáveis à melhoria do planejamento para a produção goiana.

No âmbito de Goiás, algumas regiões se destacam. Nesta pesquisa são apresentadas as cidades que possuem destaque no mercado com abrangência em todo o arranjo produtivo, desde a fase inicial da prospecção de jazidas até a etapa final pós beneficiamento, que envolve a comercialização dos granitos ornamentais.

2. METODOLOGIA

A metodologia consistiu em coleta de dados da plataforma Comex Stat (<http://comexstat.mdic.gov.br>), do Ministério da Economia. Essa plataforma divulga mensalmente os dados de importação e exportação do comércio exterior brasileiro, divididas em diversas categorias, por país e por categoria fiscal, notadamente, a Classe (SH4), a Subposição (SH6), e a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Com os dados em mãos, foram confeccionados tabelas e gráficos para melhor visualização.

Os dados foram obtidos através da plataforma GitHub. O GitHub é uma plataforma online de hospedagem de códigos fonte, abrigando um software de controle de versão, que

permite a múltiplos usuários terem acesso a bases de dados de variados projetos privados ou *open sources* (públicos) ao redor do mundo. Para compor as tabelas e gráficos utilizamos a plataforma de análise de dados *Microsoft PowerBI Desktop* (<https://powerbi.microsoft.com>).

Os períodos analisados foram o primeiro semestre (janeiro a junho) de 2018, 2019 e 2020. Esses períodos serão denominados 1S18, 1S19 e 1S20, respectivamente. Valores de preço médio e suas variações também foram calculados para os períodos investigados, e separados por país, a fim de identificar participantes principais nos resultados apresentados,

Para compor a base dados de rochas ornamentais, separamos esse setor em cinco categorias de acordo com a Nomenclatura Comercial do Mercosul (NCM): 1. Rochas Carbonáticas Brutas; 2. Rochas Silicáticas Brutas; 3. Rochas Carbonáticas Manufaturadas; e 4. Rochas Silicáticas Manufaturadas e 5. Ardósia e Outras. Para classificar os produtos de exportação da plataforma Comex Stat nessas categorias, utilizamos os mesmos critérios adotados pela entidade capixaba SINDIROCHAS (www.sindirochas.com) nos seus relatórios mensais de exportação, dividindo os NCMs considerados Rochas Ornamentais nas 5 categorias, como sumarizado no quadro1:

Quadro1 – Grupos de Rochas Ornamentais por NCM.

Grupos	Código NCM	Descrição NCM
Rochas Carbonáticas Brutas	25151100	Mármore e travertinos, em bruto ou desbastados
	25151210	Mármore, simplesmente cortados a serra ou por outro meio, em blocos ou placas de forma quadrada ou retangular
	25151220	Travertinos, simplesmente cortados a serra ou por outro meio, em blocos ou placas de forma quadrada ou retangular
	25152000	Granitos belgas e outras pedras calcárias de cantaria ou de construção; alabastro
Rochas Silicáticas Brutas	25062000	Quartzitos, mesmo desbastados ou simplesmente cortados a serra ou por outro meio, em blocos ou placas de forma quadrada ou retangular
	25161100	Granito em bruto ou desbastado
	25161200	Granito, simplesmente cortado a serra ou por outro meio, em blocos ou placas de forma quadrada ou retangular
	25169000	Outras pedras de cantaria ou de construção
	25162000	Arenito, cortado em blocos, placas, quadrado, retangular
Rochas Carbonáticas Manufaturadas	68022100	Mármore, travertino e alabastro, simplesmente talhados ou serrados, de superfície plana ou lisa
	68029100	Mármore, travertino e alabastro, trabalhado de outro modo, e obras
	68029200	Outras pedras calcárias, trabalhadas de outro modo e obras

Rochas Silicáticas Manufaturadas	68021000	Ladrilhos, cubos, pastilhas e artigos semelhantes, mesmo de forma diferente da quadrada ou retangular, cuja maior superfície possa ser inscrita num quadrado de lado inferior a 7 cm; grânulos, fragmentos e pós, corados artificialmente
	68022300	Granito, simplesmente talhados ou serrados, de superfície plana ou lisa
	68022900	Outras pedras de cantaria, simplesmente talhadas ou serradas, de superfície plana ou lisa
	68029990	Outras pedras de cantaria, etc, trabalhadas de outro modo e obra
	68029390	Outros granitos trabalhados de outro modo e suas obras
Ardósia e Outras Rochas	25140000	Ardósia, mesmo desbastada ou simplesmente cortada a serra ou por outro meio, em blocos ou placas de forma quadrada ou retangular
	25261000	Esteatita natural, mesmo desbastada ou simplesmente cortada a serra ou por outro meio, em blocos ou placas de forma quadrada ou retangular, não triturada nem em pó
	68010000	Pedras para calcetar, meios-fios e placas (lajes) para pavimentação, de pedra natural (exceto a ardósia)
	68030000	Ardósia natural trabalhada e obras de ardósia natural ou aglomerada

Adaptado de: SINDIROCHAS, relatório mensal de exportações junho de 2020, pág. 15

Após análise das características de cada grupo de rochas ornamentais apresentados pelo quadro 1, foi possível então perceber as diferenças, impactos e transformações que ocorreram no período. Os resultados dessa análise estão descritos no capítulo Resultados e Discussão.

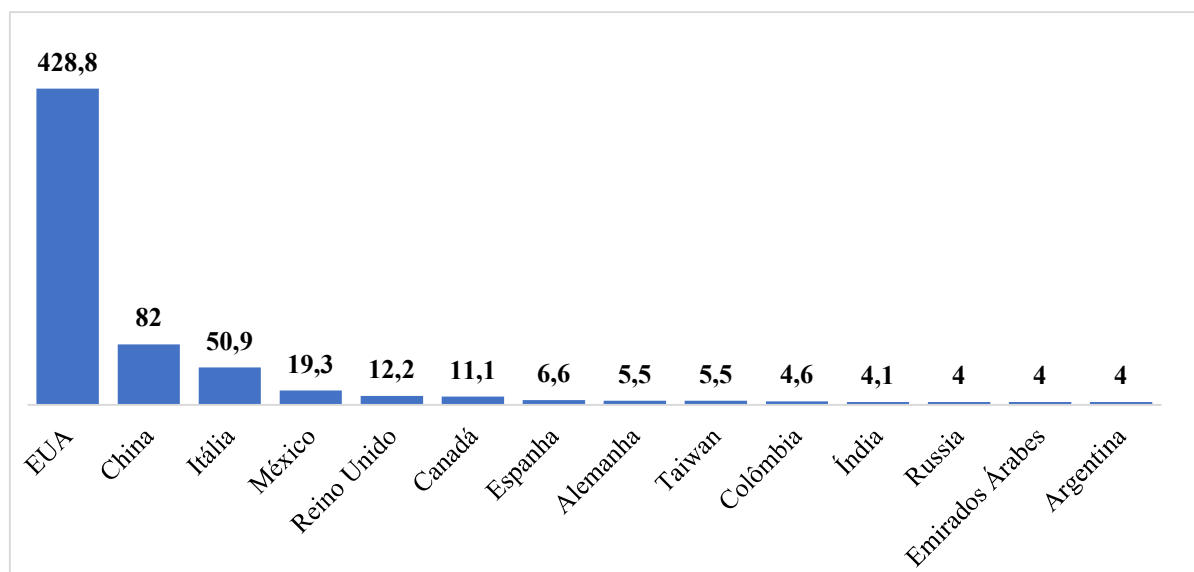
3. RESULTADOS

3.1. PANORAMA MUNDIAL

A produção mundial de rochas ornamentais possui um patamar atual de 152Mt/ano, com cerca de 58Mt comercializadas no mercado internacional. Os maiores produtores mundiais correspondem a: China, Índia, Turquia, Irã, Brasil, Itália, Egito, Espanha, Estados Unidos da América, Portugal, França, Arábia Saudita, Grécia e Paquistão (MONTANI, 2018).

O gráfico 1 detalha as exportações brasileiras por país de destino, como observado, os Estados Unidos lideram as compras. Cabe ressaltar que o crescimento da China nas últimas décadas levou-a ao segundo lugar nesse *ranking*.

Gráfico 1: Exportações Brasileiras por País de Destino janeiro a agosto de 2019 (U\$\$ milhão)



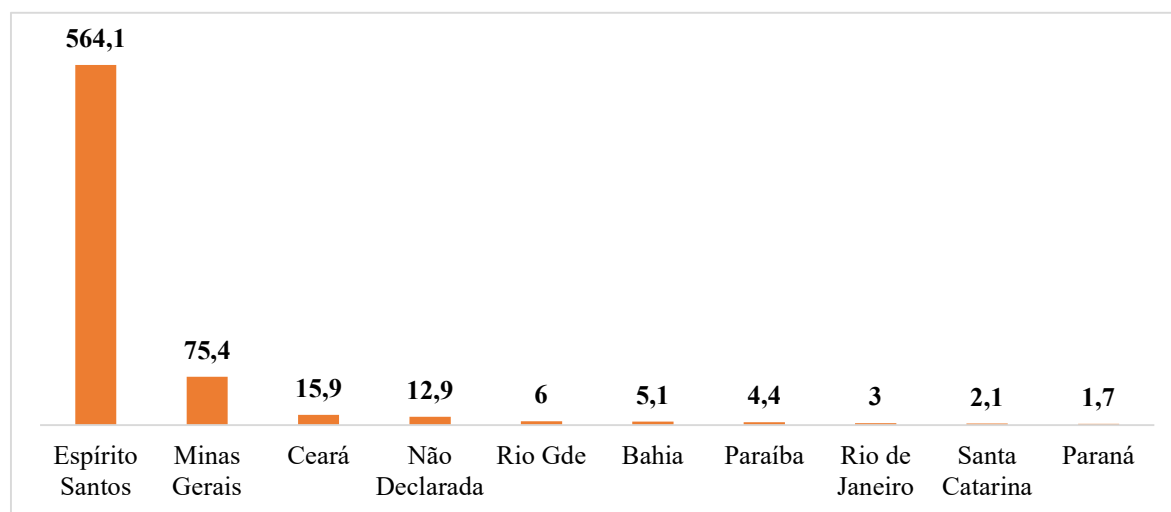
Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2019)

As importações brasileiras somaram U\$\$16,5 milhões e 30,8 mil toneladas no primeiro semestre de 2019, e os principais fornecedores foram: Espanha, Itália, Turquia, China, Indonésia, Grécia e Portugal, todos com mais de 1.000 toneladas individualmente (ABIROCHAS, 2019).

Com recente isenção de tarifas de importações lançado pelo governo chinês, gerou-se grande expectativa no setor de rochas ornamentais do Brasil, cerca de 800 empresas brasileiras exportam o produto para diversos países, entre eles a China que vem ganhando grande destaque desde 2010 quando implantou esses sistemas otimizando suas altas alíquotas tributárias, os blocos de quartzitos ainda são os grandes carros chefes do setor para este país, que compõe 18,2% do total do faturamento das exportações (ABIROCHAS, 2019).

O estado do Espírito Santo se destaca como principal exportador brasileiro, seguido por Minas Gerais e Ceará, conforme o gráfico 2:

Gráfico 2: Principais Estados Exportadores janeiro a agosto de 2019 (U\$\$ milhão)



Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2019)

A indústria das rochas ornamentais exibe grande relevância para os capixabas, o Espírito Santo concentra hoje nos mármore e granitos 7% do PIB estadual, e corresponde a maior potência nacional do setor. Mais de 80% das exportações brasileiras se concentram nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Ceará.

3.2. PANORAMA BRASILEIRO

Segundo ABIROCHAS (2018), a indústria da construção civil é o principal segmento consumidor de rochas ornamentais, englobando mais de 80% da produção total.

O Brasil em 1999 era o “sexto maior exportador mundial de rochas em volume físico, atrás da Itália, China, Índia, Espanha e Portugal e à frente da África do Sul, Turquia, Coreia do Sul, Grécia, Finlândia e Alemanha” (FERREIRA, 2003, p. 7).

O Brasil em decorrência do seu potencial geológico com grande variedade de mármore, granito e quartzito, é um importante exportador de blocos, porém a exportação de produtos semielaborados supera a de matéria-prima, reorganizando mudanças no perfil da indústria exportadora que caracteriza o país como grande produtor de chapas (ABIROCHAS, 2001).

O bom desempenho brasileiro recente do setor de rochas ornamentais, nos mercados interno e externo, foi condicionado por fatores estruturais da economia mundial e da demanda mundial por revestimentos do que pelos problemas e deficiências do próprio setor (ABIROCHAS, 2018).

Existe uma premente necessidade de caracterização e análise de processos, em nível de extração e beneficiamento, com vista à proposição de possíveis caminhos para melhor utilização do recurso, estabelecendo componentes estratégicos para expansão através de redes e cooperativas no setor. Segundo (TONINI et al., 2008), a produção desenvolve papel importante no processo de inovação e nas questões de sustentabilidade, aplicar ideias estratégicas do ponto de vista econômico, através de modelos de produção respeitando os recursos ambientais e os sistemas de regulação, tornando peça fundamental no processo de crescimento do setor no país.

Os estados do Espírito Santo e Minas Gerais são os principais polos de produção de rochas ornamentais no Brasil (ABIROCHAS, 2018), observa-se um comportamento empreendedor em arranjos produtivos mais desenvolvidos nessas regiões, que na região centro oeste do país. Goiás é grande produtor de minérios, é o maior produtor de amianto, níquel e nióbio, e o segundo maior de ouro e vermiculita, contudo, não se destaca nas rochas ornamentais, assim, surge a necessidade de um estudo que formule dados e novas cadeias econômicas, que explore tecnologia para extração e avance na exportação, com redimensionamento do arranjo produtivo, que enseje mais qualificação, essas mudanças podem afetar custos e a eficácia geral da produção (SLACK et al, 2002).

3.3. PANORAMA GOIANO

O valor da produção que engloba todos os bens minerais em Goiás teve um aumento significativo nos últimos anos passando de 3,5 bilhões no ano de 2010 para 6,7 bilhões em 2018 (ABIROCHAS,2018).

Os tributos advindos das commodities e da exploração de bens minerais são distribuídos através da Compensação Financeira pela exploração de Recursos Minerais (CFEM) este distribui a arrecadação dos recursos com 12% destinados a União distribuídas para o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), 23% para o estado onde se encontra o material, e 65% ao município onde ocorre a extração é atribuição do DNPM fiscalizar essa distribuição (ABIROCHAS, 2018).

No Brasil em torno de R\$ 3,031 bilhões, e em Goiás foram arrecadados pelo CFEM em Goiás em torno de R\$ 98,7 milhões. A arrecadação CFEM somente para a pequena e média

mineração ficou em torno de 10 milhões em 2018, esses setores representam um importante elo de geração de empregos, demandam mão de obra e atuam fortemente na economia local, com ótimo aproveitamento nos depósitos minerais menores, os quais representam 85% do total estimando de R\$17 bilhões, destacando o setor de britas, areia, argila, água mineral, calcário, ouro (garimpo) e rochas ornamentais (DNPM, 2018).

A tabela 1 apresenta a evolução dos requerimentos de pesquisa (avaliação e a determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico) e lavra (conjunto de operações para o aproveitamento industrial da jazida) no estado de Goiás e Distrito Federal, é notada uma redução de 37,4% na pesquisa e 19,2% nos requerimentos de lavra, em contrapartida um pequeno acréscimo da construção civil, que levou ao crescimento nas solicitações de licenciamento, com 25,7%:

ANOS	PESQUISA	ÍNDICE	LICENCIAMENTO	ÍNDICE	LAVRA	ÍNDICE
2013	1.668	100,00	394	100,00	130	100,00
2014	1.169	70,08	412	104,57	125	96,15
2015	1.160	69,54	319	80,96	139	106,92
2016	1.169	70,08	245	62,18	156	120,00
2017	732	43,88	308	78,17	126	96,92

Tabela 1 - Evolução dos Requerimentos Protocolizados no Estado de Goiás e Distrito Federal – 2013 a 2017

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Os títulos minerários registraram queda, destaca-se apenas positivamente a permissão de lavra garimpeira, que exibiu crescimento de até 700% em 2015, conforme a tabela 2:

Tabela 2 - Evolução dos Títulos Minerários Publicados no Estado de Goiás e Distrito Federal – 2013 a 2017.

ANOS	ALVARÁ DE PESQUISA	ÍND	CONCESSÃO DE LAVRA	ÍND	LICEN	ÍND	PERM. DE LAVRA GARIMP.	ÍND
2013	1.330	100,00	12	100,00	254	100,00	1	100,00
2014	950	71,43	15	125,00	335	131,89	2	200,00
2015	2.067	155,41	70	583,33	306	120,47	7	700,00
2016	1.159	87,14	67	558,33	386	151,97	2	200,00
2017	1.118	84,06	41	341,67	265	104,33	8	800,00

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

São identificados na Tabela 3, os pedidos de lavra por município no estado de Goiás e Distrito Federal, os quais corresponderam a 176 municípios com registro de pedidos.

Tabela 3 - Pedidos de lavra, por município, no estado de Goiás e Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017

MUNICÍPIOS	POSIÇÃO	PEDIDOS DE LAVRA	PARTICIPAÇÃO (%)
Planaltina	01	47	4,49
Distrito Federal	02	46	4,40
Formosa	03	44	4,21
Cristalina	04	41	3,92
Divinópolis de Goiás	05	30	2,87
Cumari	06	27	2,58
Caldas Novas	07	22	2,10
Niquelândia	08	21	2,01
Cocalzinho de Goiás	09	20	1,91
Jataí	10	20	1,91
Goiás	11	19	1,82
Padre Bernardo	12	17	1,63
Catalão	13	16	1,53
Barro Alto	14	13	1,24
Senador Canedo	15	13	1,24
SUB-TOTAL	15	396	37,86
Outros	161	650	62,14
TOTAL	176	1.046	100,00

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Destes municípios elencados acima, 15 detiveram 396 pedidos de lavra, no total de 37,86%, enquanto os outros 161 municípios, contribuíram com 650 pedidos de lavras, o que resultou em 62,14%. As cidades goianas com maior quantidade de solicitações de lavras foram respectivamente: Planaltina, Formosa, Cristalina, Divinópolis de Goiás, Cumari, Caldas Novas, Niquelândia, Cocalzinho de Goiás, Jataí, Goiás, Padre Bernardo, Catalão, Barro Alto, Senador Canedo, tais cidades totalizam mais de 30% dos pedidos de lavras.

Relativo aos granitos, foram solicitados 32 pedidos de lavra, o que corresponde a participação de apenas 3,06% do total, em relação as outras substâncias, conforme vem na tabela 4.

Tabela4 – Pedidos de lavra por município/substância, em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.

SUBSTÂNCIAS/MUNICÍPIO	QUANTIDADE	PARTICIPAÇÃO (%)	PART DA SUB (%)
GRANITO	32	3,06	100,00
Alexânia	3	0,29	9,38
Araguapaz	2	0,19	6,25
Bonfinópolis	1	0,10	3,13
Fazenda Nova	3	0,29	9,38
Goianira	2	0,19	6,25
Iporá	1	0,10	3,13
Jaupaci	1	0,10	3,13
Jussara	1	0,10	3,13

Monte Alegre de Goiás	2	0,19	6,25
Montividiu do Norte	2	0,19	6,25
Nerópolis	1	0,10	3,13
Pilar de Goiás	2	0,19	6,25
Piracanjuba	2	0,19	6,25
Piranhas	2	0,19	6,25
Porangatu	1	0,10	3,13
Santa Tereza de Goiás	5	0,48	15,63
Silvânia	1	0,10	3,13

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Concessões de lavra para granito e respectivos municípios se configuraram da seguinte maneira apresentada na tabela 5:

Tabela 5 – Concessões de lavra por substância/município em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017

SUBSTÂNCIAS/MUNICÍPIO	QUANTIDADE	PARTICIPAÇÃO (%)	PART DA SUB (%)
GRANITO	27	2,87	100,00
Catalão	1	0,11	3,70
Cezarina	1	0,11	3,70
Fazenda Nova	3	0,32	11,11
Goianira	2	0,21	7,41
Guapó	2	0,21	7,41
Iporá	1	0,11	3,70
Jaraguá	1	0,11	3,70
Jaupaci	5	0,53	18,52
Jussara	2	0,21	7,41
Monte Alegre de Goiás	1	0,11	3,70
Montividiu do Norte	1	0,11	3,70
Nova Veneza	1	0,11	3,70
Piranhas	6	0,64	22,22

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Os granitos corresponderam a 2,87% do total de concessões na relação com outros bens minerais. Cabe destacar, para os pedidos de lavra de granitos, a cidade de Piranhas que obteve mais de 22% da totalidade, situada em região do estado com ampla diversidade de granitos (vermelho, branco e verde). Próxima ao estado do Mato Grosso, destaca-se também a cidade de Jaupaci, com mais de 18% da participação das concessões de lavra.

Na tabela 6 é registrado a quantidade de relatórios de pesquisa relacionados aos granitos e respectivos municípios:

Tabela 6 – Relatórios de pesquisa aprovados substância/município em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.

SUBSTÂNCIAS/MUNICÍPIO	QUANTIDADE	PARTICIPAÇÃO (%)	PART DA SUB (%)
GRANITO	5	2,81	100,00

Guapó	2	1,12	40,00
Montividiu do Norte	2	1,12	40,00
Rubiataba	1	0,56	20,00

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Os relatórios de pesquisa aprovados para granito se concentram em três cidades são elas: Guapó, Montividiu do Norte e Rubiataba com um total de 5 relatórios.

A tabela 7, exibe o número de relatórios de pesquisa apresentados, aprovados e pedidos de lavra:

Tabela 7- Relatórios de pesquisa e pedidos de lavra por substância. Situação vigente em 31.12.2017

SUBSTÂNCIA	RELATÓRIOS DE PESQUISA APRESENTADOS	RELATÓRIOS DE PESQUISAS APROVADOS	PEDIDOS DE LAVRA
Granito	11	5	32

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Pelo menos de 50% dos relatórios apresentados, foram aprovados para o setor de granitos.

Os títulos de lavra de todos os bens minerais do estado de Goiás e Distrito Federal por município, representam 15 municípios os quais ocupam 33,83% do total:

Tabela 8 – Títulos de lavra, por municípios, do estado de Goiás e Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.

MUNICÍPIOS	POSIÇÃO	QUANTIDADE	PARTICIPAÇÃO (%)
Caldas Novas	01	79	3,48
Campos Verdes	02	75	3,31
Catalão	03	67	2,96
Luziânia	04	64	2,82
Silvânia	05	61	2,69
Formosa	06	58	2,56
Distrito Federal	07	54	2,38
Itumbiara	08	50	2,21
Niquelândia	09	46	2,03
Cocalzinho de Goiás	10	37	1,63
Mineiros	11	37	1,63
Jaraguá	12	36	1,59
Pirenópolis	13	35	1,54
Cristalina	14	34	1,50
Goiás	15	34	1,50
SUBTOTAL	15	767	33,83
Outros	202	1500	66,17
TOTAL	217	2.267	100,00

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Os granitos especificamente tiveram a seguinte distribuição em relação aos títulos de lavra:

Tabela 9 – Títulos minerários por substância, no estado de Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.

SUBSTÂNCIA	ALVARÁ DE PESQUISA	TÍTULOS DE LAVRA				TOTAL
		CONCESSÃO DE LAVRA	REG. DE LICENÇA	PERMISSÃO DE LAVRA	GUIA DE UTILIZAÇÃO	
Granito	61	27	11	-	2	40

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Cabe salientar que dos 61 alvarás de pesquisa, procederam 27 concessões de lavra, 11 registros de licença, e 2 guias de utilização, esse último título permite a extração mineral durante a vigência da permissão de pesquisa, antes da autorização da concessão de lavra.

A tabela 10, exhibe os alvarás de pesquisa para granito e respectivos municípios:

Tabela 10 – Alvarás de pesquisa por substância/município em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.

SUBSTÂNCIAS/MUNICÍPIO	QUANTIDADE	PARTICIPAÇÃO (%)	PART DA SUB (%)
GRANITO	61	2,27	100,00
Abadia de Goiás	1	0,04	1,64
Avelinópolis	1	0,04	1,64
Barro Alto	1	0,04	1,64
Campestre de Goiás	2	0,07	3,28
Campo Limpo de Goiás	1	0,04	1,64
Catalão	1	0,04	1,64
Caturai	2	0,07	3,28
Cocalzinho de Goiás	1	0,04	1,64
Crixás	6	0,22	9,84
Cromínia	1	0,04	1,64
Davinópolis	1	0,04	1,64
Fazenda Nova	2	0,07	3,28
Goiandira	1	0,04	1,64
Goianésia	2	0,07	3,28
Goiânia	4	0,15	6,56
Guapó	1	0,04	1,64
Israelândia	1	0,04	1,64
Jaraguá	2	0,07	3,28
Monte Alegre de Goiás	2	0,07	3,28
Montividiu do Norte	14	0,52	22,95
Nerópolis	1	0,04	1,64
Nova Roma	1	0,04	1,64
Novo Gama	1	0,04	1,64
Padre Bernardo	1	0,04	1,64
Piracanjuba	1	0,04	1,64

Porangatu	2	0,07	3,28
Professor Jamil	1	0,04	1,64
Santa Tereza de Goiás	1	0,04	1,64
São Luiz do Norte	1	0,04	1,64
Simolândia	1	0,04	1,64
Taquaral de Goiás	1	0,04	1,64
Teresina de Goiás	2	0,07	3,28

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

O município de Montividiu do Norte destaca-se pela por atingir 22% na participação dos pedidos de pesquisa. Este município está situado ao norte de Goiás, próximo à fronteira com estado do Tocantins, região na qual é encontrada grande diversidade de granitos, com importante potencial para comercialização.

Os registros de licença para o granito e municípios correspondentes são elencados na Tabela 11, conforme vem:

Tabela 1 – Registro de licença por substância/município em Goiás e no Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.

SUBSTÂNCIAS/MUNICÍPIO	QUANTIDADE	PARTICIPAÇÃO (%)	PART DA SUB (%)
GRANITO	11	0,92	100,00
Araguapaz	1	0,08	9,09
Campo Limpo de Goiás	1	0,08	9,09
Catalão	1	0,08	9,09
Goiandira	1	0,08	9,09
Goianésia	1	0,08	9,09
Itaberaí	1	0,08	9,09
Itapaci	1	0,08	9,09
Leopoldo de Bulhões	1	0,08	9,09
Minaçu	1	0,08	9,09
Professor Jamil	1	0,08	9,09
São Luiz do Norte	1	0,08	9,09

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Os granitos tiveram uma participação de quase 1% com relação aos registros de licença.

Ocorreu apenas um pedido com cálculo de reservas para granito, conforme tabela a seguir, no qual as reservas foram calculadas e indicadas, e aguarda apenas a autorização para dar continuidade aos trabalhos.

A tabela 12, apresenta os valores de reservas em toneladas de granito, e o respectivo município de localização da ocorrência.

Tabela 2 – Reservas minerais, por substância/município, do estado de Goiás e Distrito Federal. Situação vigente em 31.12.2017.

SUBSTÂNCIA	UNID.	RESERVAS
------------	-------	----------

		Medida	Teor (%)	Indicada	Indeferida
GRANITO	t	14.506.000,00	-	35.595.000,00	0,00
Cezarina	t	14.506.000,00	-	35.595.000,00	-

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

A arrecadação do CFEM no estado, foi constituída pelos seguintes municípios e respectivos valores apresentados na tabela 13:

Tabela 13 – Arrecadação da CFEM, por município, no estado de Goiás e Distrito Federal em 2017.

MUNICÍPIOS	ARRECADAÇÃO (R\$)	PARTICIPAÇÃO (%)	ACUMULADO (%)
Alto Horizonte	27.907.844,24	31,33	-
Barro Alto	16.420.206,19	18,43	49,76
Ouvidor	10.069.042,03	11,30	61,07
Catalão	5.842.508,45	6,56	67,63
Minaçu	5.219.061,61	5,86	73,49
Crixás	5.090.690,97	5,71	79,2
Distrito Federal	2.746.396,11	3,08	82,28
Pilar de Goiás	2.547.914,52	2,86	85,14
Indiara	1.637.585,54	1,84	86,98
Vila Propício	954.029,78	1,07	88,05
SUB-TOTAL	78.435.279,44	88,05	-
Outros	10.641.564,14	11,95	100
TOTAL	89.076.843,58	100,00	-

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Conforme salientado na Tabela 13, a arrecadação de Alto Horizonte, cidade com pouco mais de 6000 habitantes, registrou quase R\$28.000.000,00 em seu Produto Interno Bruto-PIB, em virtude de sua rica participação no setor mineral de maneira geral.

A tabela 14, apresenta a arrecadação CFEM por município em relação aos granitos.

Tabela 3 – Arrecadação da CFEM, por substância/ município, no estado de Goiás e Distrito Federal em 2017.

SUBSTÂNCIAS/MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO (R\$)	PARTICIPAÇÃO (%)	PART DA SUB (%)
GRANITO	474.706,69	0,53	100,00
Campo Limpo de Goiás	103,18	0,00	0,02
Catalão	52.832,15	0,06	11,13
Goiandira	41.292,42	0,05	8,70
Guapó	191.522,43	0,22	40,35
Itaberaí	51.557,41	0,06	10,86
Jaupaci	19.284,08	0,02	4,06
Montividiu do Norte	118.115,02	0,13	24,88

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

Para o granito a participação foi de apenas 0,53%, resultando em menos de R\$ 500.000,00 do total arrecadado.

Montividiu do Norte e Guapó representam juntos mais de 60% da arrecadação de granitos em Goiás, essas regiões detêm as maiores concessões de lavras do setor.

A tabela 15, apresenta a produção, comercialização e valor da produção de granito entre os anos de 2013 a 2017.

Tabela 4 - Produção, comercialização, valor da produção mineral e percentual de crescimento.

ANO	PRODUÇÃO (t)	(%)	COMERCIALIZAÇÃO (t)	(%)	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)	(%)
2013	67.865	100,00	67.366	100,00	18.584.929,32	100,00
2014	62.057	91,44	58.386	86,67	16.107.543,47	86,67
2015	70.528	103,92	64.823	96,23	17.883.399,59	96,23
2016	57.241	84,35	67.231	99,80	18.547.790,05	99,80
2017	39.688	58,48	34.095	50,61	5.715.316,58	30,75

Fonte: Adaptado de Departamento Nacional de Produção Mineral (2018)

A produção de rochas ornamentais teve uma queda de 17.553 toneladas entre o ano de 2016 e 2017, nesse mesmo período a comercialização registrou uma queda de 49,19%, no valor da produção, assim para o período a queda oriunda da comercialização foi de R\$ 12.832.473,47.

Com a crise internacional no ano de 2013, as demandas internacionais sofreram gradativas reduções nos anos subsequentes, com um decréscimo de produção de quase 70% no ano de 2017. O mercado apresenta uma recuperação lenta internacional o que afetou diretamente a produção e comercialização do setor, os anos seguintes também representaram queda, em 2020 as exportações brasileiras de rochas ornamentais somaram 705,1 milhões de dólares, em torno de 1.600 toneladas, com variação negativa de respectivamente 10,4% e 1,60% frente ao mesmo período de 2019 (ABIROCHAS, 2020).

3.4. IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O SETOR

O ciclo produtivo de rochas ornamentais passa por quatro etapas, quais sejam: pesquisa mineral, extração, beneficiamento e acabamento (CETEM, 2013).

A produção de rochas ornamentais pode gerar impactos visuais, poeira, ruídos, impactos sociais pelo uso do solo, além de muitos resíduos, em decorrência da baixa taxa de recuperação do material nas pedreiras (CETEM, 2013), assim, a produção deve modelar e construir novas

soluções em virtude de desvios e falhas nos processos. Nesse sentido os problemas ambientais e os sistemas de regulação devem ser levados em conta nos distintos níveis de atuação, objetivando uma produção ‘limpa ou ecologicamente correta e sustentável’ (BATALHA, 2008).

Adicionalmente pode se agregar e aplicar os conceitos de engenharia da qualidade, vista como um conjunto de atividades operacionais, gerenciais e de engenharia que uma organização utiliza para garantir que as características de qualidade de um produto estejam no nível nominal ou requerido. (MONTGOMERY, 2004)

Temos em Goiás cerca de 9.577 minas em atividades diversificadas, que variam de grande a micro porte, com 2.756 de pequeno porte e 5.682 de micro porte, no setor de rochas ornamentais. Tais sítios exploratórios resultam de 107 empreendimentos de pequeno porte e 1087 de micro porte. (DNPM, 2018)

A atividade de pequena mineração abre um leque de oportunidades no âmbito do cooperativismo, conduz ao fortalecimento dos arranjos produtivos locais (APLs), estende a vida útil das ocorrências, evolui novas rotas tecnológicas, pratica a eco eficiência, aumenta a abertura de novas licenças ambientais e concessão de título mineral otimizado (DNPM, 2018), além de produzir uma valorização de commodities agregando valor e desenvolvendo melhor a estrutura de comercialização, e provoca a necessidade de novas políticas nacionais associadas a mineração (SLACK, 2018).

Segundo (MARTINS; LAUGENI, 2015), outra opção vantajosa para as empresas é o sistema de Cluster, tal termo é utilizado para caracterizar um agrupamento natural de empresas similares em determinada região geográfica com as mesmas características e objetivo comum de competitividade, a localização de uma empresa dentro de um cluster traz vantagens, como a existência de instituições de apoio e pesquisa, fornecedores qualificados, cultura local adaptada às atividades, cooperação entre empreendimentos, reciclagem em conjunto entre outros.

Para realizar o planejamento da mineração em Goiás utilizamos como ferramenta uma análise SWOT do cenário do estado, que de acordo com Machado (2008, p. 37) “[...] O termo deriva de quatro palavras em inglês: *Strengths* (forças), *Weaknesses* (fraquezas), *Opportunities* (oportunidades), *Threats* (ameaças). Trata-se de identificar as oportunidades e ameaças (no contexto externo) bem como pontos fortes e pontos fracos (no contexto interno)”.

Ao se realizar a análise SWOT no presente trabalho, as características fortes corresponderam a: alta vocação mineral do estado por sua grande diversidade de recursos naturais, hoje os recursos minerais representam 20% das exportações do estado, e grande

quantidade e excelência de mapeamento dos polos minerais; as fraquezas são: falta de representatividade do setor, incidência alta de impostos sobre os produtos, falta de incentivos e passivo histórico sociológico e ideológico (cultura) fraco.

Analisando os pontos negativos, como resultado sugerido da análise no estado de Goiás, entende-se que possui um campo com ampla oportunidade a ser desenvolvida, podendo ocupar ainda mais os maciços políticos, integrar a comunidade, unir o setor através do aprimoramento de seus arranjos produtivos locais (APLs), movimentar uma política de transição, aproveitar os benefícios de uma “guerra” comercial que está evoluindo entre China e Estados Unidos, investir em educação, logística, infraestrutura, e ampliar a publicidade do setor para população de maneira geral. As ameaças podem ser apontadas como: o cenário político desfavorável apontado pelos empresários, a redução de demanda de serviço no setor, desmotivação do mercado com as baixas em função da crise dos últimos anos no país.

Exemplo recente de atuação governamental para a melhoria do setor foram as medidas adotadas pelo estado da Bahia, além de ser um estado com grande riqueza geológica, o mercado de rochas ornamentais passou a ser prioridade governamental com 100% do seu território mapeado em escalas diversas, realizou levantamento aero geofísico aliado a cartografia geológica disponibilizando para os investidores do setor um banco de dados que favorece a pesquisa de novas áreas potenciais (CPRM, 2019).

As ações tiveram crescimento significativo do setor de comercialização das rochas baianas com taxa de crescimento de 23% ao ano, um notório crescimento, visto após o ano de 2010 quando foi implantado as políticas de manutenção e incentivo (CPRM, 2019).

Em Goiás algumas ações governamentais precisam ser destacadas, a implantação da Ferrovia Norte-Sul será de grande valia para o mercado de exportações, também conhecida como “Ferrovia Centro Atlântida”, será o elo das produções do Centro Oeste para o resto do mundo, sendo aguardada como solução de logística para solucionar gargalos relacionados ao envio de produtos para exportação produzidos nessa região aos portos brasileiros.

O marco zero da ferrovia Norte-Sul passará pela Plataforma Logística Multimodal de Anápolis (PLMA), localizada em uma região com forte potencial agroindustrial e químico, o “Porto Seco” como vem sendo chamado a PLMA, terá uma área de 87 alqueires para atender as mais diversas empresas do setor de exportação goiano, tornando assim um aliado também do setor de rochas ornamentais.

3.5. MÉTODOS DE LAVRA DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Os maciços rochosos são os locais onde se encontram as jazidas de rochas ornamentais.

A sugestão de métodos de lavras deve levar em conta planejamento, medição, e desempenho, é necessário estabelecer equilíbrio entre as tarefas e os dimensionamentos.

Os tipos de lavras em maciços rochosos podem ser divididos em seis tipos conforme o quadro abaixo:

Tabela 16 – Métodos de lavra de rochas ornamentais

Tipo	Características	Vantagens	Desvantagens
Lavra do Tipo Fossa	Seu uso depende das condições geológicas da jazida, o acesso à frente da lavra é feita através de escadas ou guindastes.	Tem impacto visual pequeno.	Atinge facilmente o lençol freático e o bombeamento no interior da cova às vezes deve ser constante.
Lavra do Tipo Poço	Possui rampas laterais com forte inclinação, que são utilizadas para acesso à frente da lavra.	Não Apresenta.	Problemas com inundações e acidentes de trabalho são comuns.
Lavra por Bancadas Baixas	Nesse método, nenhuma dimensão final do bloco deverá ultrapassar 3,0m, uma vez que o bloco final deve ser retirado da cava com dimensões adequadas para a serragem.	Pode-se utilizar diferentes tecnologias de corte em especial o fio diamantado.	É mais caro que o método de bancadas Alta, pois requer maior quantidade de mão de obra e equipamentos.
Lavras por Bancadas Altas	Se caracteriza pela grande incidência de perfuração para fazer a subdivisão em blocos com dimensões adequadas a serragem.	Baixos custos de operação e o investimento inicial baixo.	Deve se usar equipamentos de maior porte para limpeza das praças.
Lavra por Desabamento	Pode ser feito em painéis horizontais ou verticais, geralmente utiliza um colchão de areia para amortecer a queda da prancha.	Baixos custos de operação e o investimento inicial baixo.	Deve se usar equipamentos de maior porte para limpeza das praças.
Lavra de Matacões	O esquadrejamento dos blocos é feito através de cunhas manuais. Quando os matacões são deslocados por rolamento, adquirem formas arredondadas conhecidas por acebolamento.	Apresenta baixo custo para abertura de acessos, mão de obra pouco qualificada.	Grandes problemas ambientais. Grandes volumes de estéril produzido, recuperação baixa.

Fonte: REIS, Renato Capucho; SOUSA, Wilson Trigueiro de & (2003).

A lavra das rochas ornamentais é a atividade que tem como objetivo a remoção do material de maciço ou matacão, detalhes estes importantes na fase inicial de exploração, para além de características como sanidade das rochas e logística da região (CETEM, 2013).

Um desafio também recorrente para o início é a qualidade de mão de obra especializada e subsídios para aquisição de equipamentos modernos e eficientes, o uso de técnicas rústicas conduz a um resultado de qualidade do material bem inferiores aos que poderiam em condições mais adequadas.

A caracterização do estado geológico estrutural, topografia, situação de valor de mercado e disponibilidade financeira para a execução do projeto, estabelecem o tipo de tecnologia que será utilizada (CETEM, 2013).

É frequente encontrarmos nas frentes de lavra a utilização de processos e equipamentos modernos, aliados a procedimentos e instrumentos rústicos, isso se deve a tentativa de obter economia no custo de execução do trabalho. A definição do tipo de técnica que será utilizada produz economia e eficiência na produção (CHIOLDI, 1995).

Segundo (CETEM, 2013), as tecnologias são caracterizadas em duas partes, sendo: cíclicas, que são baseadas na perfuração de furos nas rochas de maciços e matacões, utilizando explosivos, argamassa ou guilho, provocando a quebra da rocha em sequência, mantendo-se essa aplicação até se obter o bloco; corte contínuo, que é o tipo de tecnologia mais trabalhado, sem uso de explosivos e materiais de perfuração.

Hoje, a tecnologia na confecção de blocos mais utilizada é o fio diamantado nas frentes de lavra, é composto por um cabo de aço que dá suporte as pérolas diamantadas, a extração ocorre de maneira mais limpa através do fio a 1,2m²/h do corte do bloco e rende em média 9,6m²/m de fio. O uso dessa técnica proporciona um aumento de produtividade e recuperação do material, algo em torno de 30%, outra ótima característica é o aproveitamento melhor dos blocos para obtenção das placas, essa dinamização no corte produz superfícies lisas e denota alto padrão aos blocos, além da diminuição de ruídos na zona de extração (DNPM, 2019).

3.6. BENEFICIAMENTO

O beneficiamento é iniciado pela serragem feita nos teares, na sequência os blocos são preparados para o corte, seguido do polimento nesse processo a chapa é trabalhada para ficar totalmente plana através das polidoras, sendo então comercializado para os depósitos.

O fio diamantado substitui tecnologias de extração antigas como o maçarico, jet-flame, e o fio helicoidal, para beneficiamento dos granitos são utilizados o fio diamantado, e para extração utilizam-se explosivos para desmonte dos maciços e argamassa expansiva para cortes de desmonte (CETEM, 2013)

Os blocos são trabalhados com o mesmo tamanho e dimensões, facilitando a sequência dos processos de produção, a carga total do tear tem um volume médio de 9m³ a 12m³, tamanho necessário para produzir chapas polidas (CETEM, 2013).

4.CONCLUSÃO

A ampla diversidade de ambientes geológicos e de lito tipos existentes no estado de Goiás enseja o exploratório para rochas ornamentais e de revestimento, no entanto o setor contribui ainda de maneira tímida para o segmento, exportando pedra bruta, diminuindo dessa forma o potencial de utilização fica nítida a necessidade de novos impulsos, novas políticas, para que a pedra bruta precisa ser “lapidada” no sentido de aprimorar o mercado.

Estudar e organizar a administração adequando as relações entres suas atividades atentando as expectativas das classes interessadas, Goiás ainda necessita de investimentos para o crescimento da produção mineral de rochas ornamentais, os retornos podem elevar a arrecadação da união, estados e municípios de forma considerável.

Alguns fatores como projetos parados, valores subfaturados, e mineração ilegal, tem um impacto enorme na arrecadação do estado, além de impactar negativamente a geração de emprego e dinamização das economias locais.

Os produtos pétreos produzidos na Bahia são distintos daqueles produzidos há 10 ou 20 anos, isso remete a uma dinâmica estabelecida naquela região que valorizou não só o mercado de rochas ornamentais, como gerou empregos, qualificou o arranjo produtivo local e trouxe ganhos para o estado, podendo ser adotado como exemplo para o mercado goiano.

Após analisar os pontos negativos e ameaças, sugere-se que isso deverá ser solucionado com um conjunto de ações que requer: aumento de representatividade no mercado mineral, revisão da política fiscal, diminuição da taxa de juros do mercado, investir na infraestrutura logística, manutenção da licença social, com o aprimoramento e reposicionamento do setor, os números de produção e exportações serão estimulados, remetendo a um retorno para os estados e municípios.

Goiás precisa intensificar investimentos em infraestrutura e tecnologia, aprimorar recursos humanos e trabalhar a expansão do setor junto aos líderes do estado.

Espírito Santo é um exemplo de cadeia qualitativa do setor, hoje representa grande parte das exportações brasileiras, podendo ser assim um modelo para os demais estados e parceiro para exportação do material goiano.

A implantação da ferrovia norte sul e a instalação da Plataforma Multimodal de Anápolis, agregará valores para o setor de exportação goiano, podendo gerar novas perspectivas e soluções, solucionando em parte, um dos maiores gargalos do setor, a logística.

Com o período de pandemia o mercado sofre dificuldades inseridas de comercialização com outros países, fechamento de portos e bloqueios no mercado, notamos que a possibilidade de quedas ainda é grande mesmo com o retorno da abertura de comércio em países afetados pelo Covid-19, o Brasil ainda pode se beneficiar com um novo mercado pós pandêmico se preparando e agindo para ofertar seus produtos naturais para um novo mundo proposto que vem aí, os produtos artificiais parecem ser cada vez mais protagonista em vendas, mas é notório que o produto natural sempre exercerá seu charme e manterá abertura para oferta no comércio.

Em todo caso, é necessário garantir e incentivar pesquisas para novos materiais naturais, simultaneamente ao apoio fiscal do setor de rochas ornamentais, para garantir uma produção mais madura.

Cabe ressaltar ainda, que estamos vivenciando um momento de crise global com cenário de incertezas, é preciso se reinventar e preparar para utilização racional de recursos, treinar e capacitar para um novo mercado que está por vir nos próximos anos.

5.REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15844: Rochas para revestimento – Requisitos para granitos**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS – ABIROCHAS. **Rochas ornamentais no Século XXI – Bases para uma política de desenvolvimento sustentado das exportações brasileiras**. In: PEITER, C.C. (Coord.) *et al.* Rio de Janeiro: CETEM / ABIROCHAS, 2001.

_____. **Síntese das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais no Período Janeiro-Setembro de 2018.** Brasília: ABIROCHAS, 2018.

_____. **Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2017.** Brasília: ABIROCHAS, 2018.

_____. **Síntese das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais no Período Janeiro-Setembro de 2018.** Brasília: ABIROCHAS, 2020.

BAHIA. Secretaria das Minas e Energia. **Diagnóstico da Mineração e Beneficiamento de Granitos e Mármore no Estado da Bahia** – SME/CONDEP – 1983. V. 1 e 2. 444 p.

BATALHA, M. O. **Introdução à Engenharia de Produção.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento/Eds. Francisco W. H. Vidal, Hélio C. A. Azevedo, Nuria F. Castro – Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. 700p.: il.

CHIODI FILHO, C.. **Aspectos técnicos e econômicos do setor de rochas ornamentais.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1995.

CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, Jussara Ismênia. **Caracterização mineralógica e tecnológica de uma jazida de serpentinito como rocha ornamental.** 2001. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto – MG, 2001.

DESEMPENHO DO SETOR MINERAL – 36 ANOS. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2018. Anual. Disponível em: < www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/desempenho-2018-ano-base-2017>. Acesso em: 28 nov. 2019.

FERREIRA, Gilson Ezequiel. O setor de rochas ornamentais brasileiro. In: **IBEROEKA em mármore y granitos: mini-foro realizado em Salvador - Bahia**, abril de 2003. Rio de Janeiro: CETEM/CYTED/CNPq, 2003. P. 3-14.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** São Paulo, SP: Cengage Learning, 2008.

GALLI, Ubirajara. **A história da mineração em Goiás: do séc. 17 às lavras do séc. 21.** Goiânia: Ed. Da UCG, Contato Comunicação, 2005.

Panorama do segmento de rochas ornamentais do Estado da Bahia / Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza e Ana Cristina Magalhães. – Salvador: CPRM, 2019.

MACHADO, Luís Eduardo. **Gestão estratégica para instituições de ensino superior privadas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no Espírito Santo: rochas ornamentais/Instituto Euvaldo Lodi - Regional do Espírito Santo. Cachoeiro de Itapemirim/ES: IEL, 2013.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P.. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro, LTC, 2004.

OLIVEIRA, Lucas Rebello de; MEDEIROS, Rafaella Martins; TERRA, Pedro Bragança; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. **Sustentabilidade**: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. *Production*, Vol. 22, núm.1, pp.70-82. Disponível em: < www.redalyc.org/articulo.oa?id=3967/396742047006>. Acesso em: 12 dez. 2019.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

REIS, Renato Capucho; SOUSA, Wilson Trigueiro de. Métodos de lavra de rochas ornamentais. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 56, n. 3, p. 207-209, Julho 2003. Disponível em: < www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672003000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 dez. 2019.

SILVA, G. B.; PEITER, C.C. **Contribuição das usinas de beneficiamento na sustentabilidade de minas**. In: ANAIS DA JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 25. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2017. 5 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2018. 8ª ed.

Tonini, A. M., Disciplina, P. D. E. E. D. E., Sobrinho, F. M., Silva, V., Univasf, M., Silva, L. I. L. Da, ... ABEPRO. (2008). **Introdução a Engenharia de Produção** - Mario Batalha.pdf. Computer. Disponível em disponível em <www.doi.org/10.1016/j.bbadis.2009.12.0047>. Acesso em: 15 dez. 2019.

Capitulo 2:

Bazillian ornamental rock imports and exports: a study of the impact of Covid-19 in the market

Bazillian ornamental rock imports and exports: a study of the impact of Covid-19 in the market

Márcio Henrique Alves¹, Giselle Paula Guimarães Castro²,
Diorgenes dos Santos³, Francisco Fittipaldi Vessani⁴, José de
Araújo Nogueira Neto⁵

¹Bachelor in Civil Engineering (UFG), GO, Brazil.

²Bachelor in Civil Engineering (UFG), GO, Brazil.

³Bachelor in Administration (UEG), GO, Brasil.

⁴Bachelor in Geology from Universidade de Brasília, DF, Brazil.

⁵Doctor in Regional Geology from Universidade Estadual Paulista (UNESP), SP, Brazil.

Summary — *The present study will present a brief historical context, methods and proceedings of the brazilian ornamental rock export market. The impacts and crysis generated by the global Covid-19 pademic was characterized, and expressive reduction was verified. The analyzed period was the first semester (january through june) 2020, epoch in wich occurred the beginning of the pandemic. We presented numbers and details of the sector trough an comparative analysis to the same period of 2019 and 2018. We present a brief context of what can happen in the next moments in this sector, in an idication of extension of the crisis generated by the Covid-19 impacts. We present methods that adress the ornamental rock market in Brazil and its relationship with its most important export and import countries in the world with data from official sources, separated by rock types to better understand the impacts on the market. We present in this study what the market can go throught with the global pandemic.*

Key-Words — *Pandemic, COVID-19, Ornamental, Rock, Exports,*

1. Introduction

Over mankind's history, mierals had a fundamental role in the advancement of the industry and tecnology (KLEIN et al, 2012). Mierals are crystalline, solid substances formed

through natural processes (KLEIN et al, 2012). The ones with economic value are called ores, resources that we use in our every day life and impact directly in our economy (KLEIN et al, 2012).

Rocks are crystalline aggregates of many minerals in a solid structure, and rocks, as with minerals, may have economic value, also becoming ores. Ornamental rocks are defined as natural rock material, subjected to different types and degrees of manufacturing (brute, sliced, sculpted, or polished), that are used in an aesthetic way (ABNT). Ornamental rocks are classified according to the export market in two main groups: marbles and granites (COSTA, 2001). These names are consolidated in the market and used worldwide to designate these objects, that are extracted in blocks and sliced, in which the production chain involves four main steps: deposit prospecting, extraction, manufacturing and commercialization.

Ornamental rocks are used as construction material since ancient Egypt, with relevance as a ornamental material in Italy I B.C. Roman people used travertine marble, and even with the ever-growing scarcity of this material, it is still explored in the region of Carrara, Italy.

The ornamental rock market has a great global demand, in which developed countries are the main importers, and the countries in development, as Brazil, are the main exporters (SINDIROCHAS 2019).

The year of 2020 was marked by the emergence of a new global disease, and China was the first country to be affected by the Coronavirus COVID-19 (McKibbin et al, 2020). The first case, in Wuhan, occurred around December 2019 (Khan et al, 2020). Governments of affected countries took various measures to stop the spread of the disease, that included airport lockdown, port lockdown, rail and highway closure, and even curfew and cities lockdown, that caused great impact on global economy, that resulted in different number of confirmed cases (Graphic 1).

The present study aims to analyze the impacts of the pandemic in the ornamental rocks sector through an analysis of exterior commerce data from the Economy Ministry of Brazil, along with official pandemic data from Johns Hopkins University, in Baltimore - EUA

2. Methodology

The methodology consisted in collecting data from the ComexStat platform (<http://comexstat.mdic.gov.br>), from the Ministry of Economy of Brazil. This platform reports monthly the official import and export data of Brazil, divided into many categories, by country and type of product, using the worldwide known SH system, notably the Class (SH4), Subposition (SH6) and the Mercosul Common Nomenclature (NCM). With data in hand, tables and graphics were made to better visualize the numbers.

The Covid-19 data used was obtained from the Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE), Johns Hopkins University, obtained through GitHub platform. GitHub is an online database host that allows multiple users to have access to databases of various open source projects throughout the world. To make the graphics we utilized Microsoft PowerBI Desktop (<https://powerbi.microsoft.com>).

The analysed periods was the first semester (janiary to june) 2018, 2019 and 2020. These periods will be referred as 1S18, 1S19 ans 1S20, respectively. Values of medium price and its variations were also calculated for the periods investigated, ans separated by country, to identify the major contributors to the results.

To compose the ornamental rock database, we divided this sector in five categories: 1. Brute Carbonatic Rocks; 2. Brute Silicate Rocks; 3. Manufactured Carbonatic Rocks; 4. Manufactured Silicate Rocks; and 5. Slates and other rocks. To classify the export products in these categories, we used the same criteria as the SINDIROCHAS entity (www.sindirochas.com) in its monthly exports report, dividing the NCMs that are considered ornamental rocks in the 5 categories, as summarized in the table below.

Groups	NCM Code	NCM Description
Brute Carbonate Rocks	25151100	Marbles and Travertine, brute
	25151210	Sliced Marbles, in rectangular boards or blocks.
	25151220	Sliced Travertines in rectangular boards or blocks.
	25152000	Granites and other cornerstone or calcareous construction stones, alabastres
Brute Silicate Rocks	25062000	Quartzites, cut in saw or brute, or in rectangular boards or blocks
	25161100	Brute Granite
	25161200	Sliced Granites, in rectangular boards or blocks.
	25169000	Other construction Rocks
	25162000	Sandstone, cut in blocks, boards, or rectangular blocks
Manufactured Carbonatic Rocks	68022100	Marbles, travertine and alabaster, cut in saw with flat surface
	68029100	Marbles, travertine and alabaster, polished
	68029200	Other Calcareous rocks, polished
Manufactured Silicate Rocks	68021000	Tiles, cubes, tablets and similars, even in a shape other than rectangular, whose largest face can be inserted in a square with 7cm sides. Granules, fragments and powders, even if artificially coloured
	68022300	Granite, simply cut in saw, with flat and polished surface
	68022900	Other construction Rocks, cut in saw, with flat and polished surface
	68029990	Other construction Rocks manufactured in other ways
	68029390	Granites manufactured in other ways
Slates and Other Rocks	25140000	Slates, chopped or cut in saw, in blocks or boards in rectangular shape
	25261000	Natural Soapstone, chopped or cut in saw, in blocks or boards in a rectangular shape

	68010000	Paving stones, slabs for paving, of natural stones (except slates)
	68030000	Natural Slates and its works and its aggregates

Table 01 – Groups of Ornamental Rocks by NCM. Adapted by: SINDIROCHAS, relatório mensal de exportações junho de 2020, pág. 15

The table above shows us the uses and classifications of rock groups, according to Brazilian and South American (Mercosul) standards agreed on NCM.

Before starting analyzing the numbers, however, extensive bibliographic research was realised. To do so, articles, books, dissertations and scientific magazines, and publications in general were scrutinized. The main goal of this step was to provide a background for the activities being developed.

In Brazil, the ornamental rock production chain is structured through the Local Productive Arrangements (APLs) (Suzigan 2006). These local arrangements are the union of small extractors that work nearby, and sharing common useful structures to minimize the operational costs, such as transport, equipment maintenance, machinery, etc. (Suzigan 2006). According to Slack et al (2002), the APL by process has as its main objectives, to minimize production costs that are associated with the extraction and transportation of the product, from the source to the consumer. There is research pointing to the advantages of business in agglomerations, that is growing in its concept and being driven toward better efficiency and competitiveness of business, regions and countries. (LASTRES; CASSIOLATO 2005)

In Brazil, the APLs grants competitiveness, in an environment that lacks adequate logistic infrastructure. An expressive sum of the extractors work this way.

In developed countries, ornamental rocks, brute or manufactured, are mainly transported through railways. In Brazil, the main transportation pathway is through highways, which elevates a lot the freight costs, reducing competitiveness (SUZIGAN 2006). Transportation was very affected by the pandemic, when countries implemented their lockdowns.

In relation to the COVID-19 pandemic, we had lockdowns in Brazil, that included highway blocks, blocked access to ports, and locked access to the shared APL infrastructure, which caused a lot of delays and impacts on the sector. Besides, port access was also blocked throughout the world, causing even more difficulties and delays, because it is the main pathway by which Brazil imports and exports ornamental rocks. There was also an expressive fall in demand, caused by the COVID-19 pandemic.

3. Results and Discussion

3.1 Imports

We begin analyzing the import market in its whole, by weight (tons), in the periods of study:

PERIOD	US\$	Tons (t)
1S18 (jan-jun)	15.280.947	26.046
1S19 (jan-jun)	11.201.086	21.386
1S20 (jan-jun)	8.737.007	17.125
Variation 1S18-1S19 (%)	-26,70%	-17,89%
Variation 1S19-1S20 (%)	-22,00%	-19,92%

Table 01 - Total ornamental rock imports in 1S18, 1S19 and 1S20, in US\$ and Tons. Source: comexstat.mdic.gov.br.

We can note that imports had a negative variation, Brazil importing 20% less in 1S20 compared to 1S19 in weight.

To analyse wich kind of rocks we exported the least, we classified by type as seen below:

Groups	2018 - Value FOB (US\$)	2019 - Value FOB (US\$)	2020 - Value FOB (US\$)	(%) Variation 1S18 - 1S19	(%) Variation 1S19 - 1S20
Slates and other rocks	575.681	295.548	293.955	-48,66%	-0,54%
Manufactured Silicate Rocks	2.156.579	1.132.605	1.402.238	-47,48%	23,81%
Brute Carbonatic Rocks	3.900.913	2.856.230	2.624.350	-26,78%	-8,12%
Manufactured Carbonatic Rocks	8.109.643	6.634.604	4.244.029	-18,19%	-36,03%
Brute Silicatic Rocks	538.131	282.099	172.435	-47,58%	-38,87%
Total	15.280.947	11.201.086	8.737.007	-26,70%	-22,00%

Table 02 - Ornamental Rock imports in 1S18, 1S19 and 1S20, in FOB value, by type. Source: comexstat.mdic.gov.br.

In this way it is possible to note that brute carbonatic rocks were along the most affected, along with manufactured carbonatic rocks, both having almost 40% less imports in 1S20 than in 1S19, but in contrast we noted an 23% increase in manufactured silicatic rocks, being this type the only one that has increased in the period, showing that the market is demanding more of this type of product. We will look at price variations to better understand this results, as seen below:

Groups	2018 - Average Price	2019 - Average Price	2020 - Average Price	(%) Variation 1S18 - 1S19	(%) Variation 1S19 - 1S20
Slates and other rocks	734,29	631,51	701,56	-14,00%	11,09%
Manufactured Silicate Rocks	743,90	727,43	516,67	-2,21%	-28,97%
Brute Carbonatic Rocks	501,15	419,29	426,93	-16,33%	1,82%

Manufactured Carbonatic Rocks	606,78	566,48	570,28	-6,64%	0,67%
Brute Silicatic Rocks	442,91	337,04	426,82	-23,90%	26,64%
Total	586,67	523,76	510,16	-10,72%	-2,60%

Table 03 - Average price of the main brazilian ornamental rock imports. In blue: positive variations. in red: negative variations. Source: comexstat.mdic.gov.br.

A slight variation was observed between 2019 and 2020, but we should note that in relation to 2018 we had a 13% negative variation, denoting an expressive reduction in the analysed period. The main natural ornamental rock exporters to brazil were Italy, Turkey, Indonesia and Spain, respectively, and the main artificial ornamental rock exporters to brazil were China, Spain and Greece, respectively. China has growing in its artificial rock export (ABIROCHAS 2020).

3.2 Exports

The export market in bulk numbers also show a considerable reduction when 1S19 and 1S20 are analyzed, as shown in the table below:

PERIOD	Value US\$	Weight (tons)
1S18 (jan-jun)	457.148.853	999.851
1S19 (jan-jun)	489.579.456	989.887
1S20 (jan-jun)	398.046.003	928.034
Variation 1S18-1S19 (%)	7,09%	-1,00%
Variation 1S19-1S20 (%)	-18,70%	-6,25%

Table 04 - Total brazilian ornamental rock exports in 1S18, 1S19 and 1S20. Source: comexstat.mdic.gov.br.

It is possible to note in table 04 a reduction in demand in the last 3 years, both in weight and price, and we can see that in 2020 the reduction was a lot more significant.

In the table below we describe these total values in FOB US\$, specifying the rock type:

Groups	2018 - Value (US\$)	2019 - Value (US\$)	2020 - Value (US\$)	1S18 - 1S19 Variation (%)	1S19 - 1S20 Variation (%)
Manufactured Silicate Rocks	312.822.592	344.757.930	261.098.137	10,21%	-24,27%
Slates and other rocks	24.256.654	25.717.633	20.229.314	6,02%	-21,34%

Brute Carbonatic Rocks	4.368.166	5.809.048	7.037.697	32,99%	21,15%
Manufactured Carbonatic Rocks	21.016.773	28.855.793	25.501.355	37,30%	-11,62%
Brute Silicate Rocks	94.684.668	84.439.052	84.179.500	-10,82%	-0,31%
Total	457.148.853	489.579.456	398.046.003	7,09%	-18,70%

Table 05 - Ornamental Rocks exports in 1S18, 1S19 and 1S20, in FOB US\$, by rock type. Source: comexstat.mdic.gov.br.

We can note in table 05 that manufactured silicate rocks and slates had a smaller variation than the other rock types, that presented significant reduction.

It is evident from tables 04 and 05 the good moment experienced by the sector in 2018 through 2019. There was significant grow in export weight and value to the main importers. This scenario changes dramatically when we analyse the 2019-2020 period. In these period, we can observe a significant reduction in almost all export categories, in exception to brute carbonatic rocks, that increased 21%, against the trend. The totals were grealy affected, with prices falling 18%, almost 3x the reduction in weight (-6,25%) (Table 1)

In the table below we describe the avreage price by rock type, to better apreciate the details of exports:

Groups	2018 - Average Price (US\$/t)	2019 -Average Price (US\$/t)	2020 - Average Price (US\$/t)	1S18 - 1S19 Variation (%)	1S19 - 1S20 Variation (%)
Manufactured Silicate Rocks	709,36	716,91	674,63	1,07%	-5,90%
Slates and other rocks	385,59	368,28	346,47	-4,49%	-5,92%
Brute Carbonatic Rocks	387,39	350,81	419,13	-9,44%	19,48%
Manufactured Carbonatic Rocks	1007,53	1006,48	908,49	-0,10%	-9,74%
Brute Silicate Rocks	204,14	214,35	192,30	5,00%	-10,29%
Total	457,22	494,58	428,91	8,17%	-13,28%

Table 06 - Variations in average export prices between 1S18, 1S19 and 1S20, in percentage. Average price in US\$ per ton. Source: comexstat.mdic.gov.br.

We can note in table 6 that brute silicate rocks had a smaller reduction than the other rock types. We follow analyzing weight and rock type in the period of study:

Groups	2018 – weight(T)	2019 – weight(T)	2020 – weight(T)	(%) Variation 1S18 - 1S19	(%) Variation 1S19 - 1S20
Slates and other rocks	784	468	419	-40,31%	-10,47%
Manufactured Silicate Rocks	2.899	1.557	2.714	-46,29%	74,31%
Brute Carbonatic Rocks	7.784	6.812	6.147	-12,49%	-9,76%

Manufactured Carbonatic Rocks	13.365	11.712	7.442	-12,37%	-36,46%
Brute Silicatic Rocks	1.215	837	404	-31,11%	-51,73%
Total	26.047	21.386	17.126	-17,89%	-19,92%

Table 07 - Variations in weight of ornamental rock exports in the periods analysed, in percentage. Source: comexstat.mdic.gov.br.

We can observe a very great reduction in weight exports, in tons, showing that we exported a gradattively smaller amount in 2020 than in the previous years, but brute carbonate rocks were agains the trend, with an whoppig 75% increase in 1S20 compared to 1S19.

In the table below we present weght variations in the periods analysed according to rock type:

Grupos	2018 - Peso (t)	2019 - Peso (t)	2020 - Peso (t)	(%) Variação 1S18 - 1S19	(%) Variação 1S19 - 1S20
Manufactured Silicate Rocks	440.995	480.891	387.026	9,05%	-19,52%
Slates and other rocks	62.908	69.832	58.387	11,01%	-16,39%
Brute Carbonatic Rocks	11.276	16.559	16.791	46,86%	1,40%
Manufactured Carbonatic Rocks	20.860	28.670	28.070	37,44%	-2,09%
Brute Silicate Rocks	463.812	393.935	437.759	-15,07%	11,12%
Total	999.851	989.887	928.033	-1,00%	-6,25%

Table 08 - Onrmantal Rock Exports in 1S19 and 1S20, in weight (tons), by rock type. Source: comexstat.mdic.gov.br.

Slates and manufactured silicate rocks were amongst the ones that had significant reduction in the period.

Looking to the marbles data we can note that even with a small weight in exports, it has registered positive variation in weight, value and average price. and granite and quartzite exports had a increase driven by quartzites but even though had a 1.7% reduction in FOB US\$ value and 2.2% reduction in weight, with a 0.6% increase in average price.

The most affected rock types were the manufactured ones, with a significant 13.2% reduction in FOB US\$ price, 8.8% reduction in weight and 4.8% redution in average price, being the most important factor that contributed to the bad performance of the brazillian ornamental rock exports.

The artifical rocks exports also had a small weight, being United States our biggest importer, but this rock type had increased demand in the period analysed, summing US\$14,6 millions and 25,2 Mt, varying positively by 11 and 24,3% respectively. The most important consumers were China, Spain and Greece with remarks to China's demands.

In table 09 below we describe the main countries to wich Brazil exports:

Country	jun/18	jun/19	jun/20		
---------	--------	--------	--------	--	--

	Average Price (US\$/t)	Average Price (US\$/t)	Average Price (US\$/t)	(%) Average Price Variation 1S18 - 1S19	(%) Average Price Variation 1S19 - 1S20
China	168,05	202,47	142,20	20,48%	-29,76%
United States	711,28	711,07	615,05	-0,03%	-13,50%
Italy	573,88	449,71	491,07	-21,64%	9,20%
Taiwan	270,31	135,17	193,96	-49,99%	43,49%
United Kingdom	383,21	370,80	345,97	-3,24%	-6,69%
México	671,22	541,71	475,38	-19,29%	-12,25%
Hong Kong	224,54	229,40	64,60	2,17%	-71,84%
Germany	556,24	446,00	456,84	-19,82%	2,43%
Spain	826,43	625,59	869,21	-24,30%	38,94%
Paraguay	247,81	217,34	214,96	-12,30%	-1,10%
Vietnam	476,91	1048,74	935,45	119,90%	-10,80%
Colombia	469,29	415,69	358,54	-11,42%	-13,75%
Poland	422,82	325,91	516,57	-22,92%	58,50%
Canada	1018,54	1089,02	1345,73	6,92%	23,57%
Costa Rica	480,37	430,89	325,04	-10,30%	-24,57%

Table 09 - Average price of the main brazilian ornamental rock importers. In blue: positive values. In red: negative values. Source: comexstat.mdic.gov.br.

According to table 09 is possible to note that most countries had negative variations when 1S19 is compared to 1S20.

The table below configures the main destinies of brazilian ornamental rock exports, showing reduction in 2020.

Country	2018 - Weight (t)	2019 -Weight (t)	2020 - Weight (t)	(%) Variation 1S18 - 1S19	(%) Variation 1S19 - 1S20
China	361.289	294.897	358.568	-18,38%	21,59%
United States	388.224	424.279	346.515	9,29%	-18,33%
Italy	63.803	62.899	58.155	-1,42%	-7,54%
United Kingdom	20.353	25.036	27.699	23,01%	10,64%
México	20.903	24.870	23.698	18,98%	-4,71%
Hong Kong	9.448	5.824	5.206	-38,35%	-10,62%
Germany	8.528	9.000	8.465	5,54%	-5,94%

Spain	5.999	8.023	6.556	33,74%	-18,28%
Paraguay	1.356	2.834	2.877	108,98%	1,51%
Vietnam	1.815	3.338	4.421	83,98%	32,42%
Colombia	7.475	7.404	6.105	-0,94%	-17,56%
Poland	2.598	5.256	3.207	102,32%	-38,98%
Canada	7.886	8.136	5.265	3,18%	-35,29%
Costa Rica	1.432	1.436	1.625	0,23%	13,22%

Table 10 – Brazilian exports in weight (tons) to the main importer countries. In blue: positive values. In red: negative values. Source: comexstat.mdic.gov.br.

Country	2018 - Value (US\$)	2019 - Value (US\$)	2020 - Value (US\$)	1S18 - 1S19 Variation (%)	1S19 - 1S20 Variation (%)
China	64.184.039	52.321.666	52.918.726	-18,48%	1,14%
united States	275.235.857	305.940.584	236.411.948	11,16%	-22,73%
Italy	31.509.271	30.988.203	31.101.286	-1,65%	0,36%
United Kingdom	7.808.392	9.015.176	9.216.661	15,45%	2,23%
Mexico	12.603.359	14.331.322	12.893.136	13,71%	-10,04%
Hong Kong	2.420.682	1.464.188	1.025.001	-39,51%	-30,00%
Germany	4.183.966	4.860.720	3.894.331	16,17%	-19,88%
Spain	4.515.748	5.438.958	4.685.362	20,44%	-13,86%
Paraguay	367.528	440.188	615.139	19,77%	39,74%
Vietnam	1.700.658	2.979.824	3.193.097	75,22%	7,16%
Colombia	3.424.409	3.341.949	2.475.109	-2,41%	-25,94%
Poland	1.212.841	2.393.859	1.913.501	97,38%	-20,07%
Canada	7.635.474	8.503.516	5.655.426	11,37%	-33,49%
Costa Rica	672.961	693.159	653.582	3,00%	-5,71%

Table 11 - Brazilian ornamental rock exports in 1S28, 1S19 and 1S20, by country. In blue: positive values. In red: negative values. Source: comexstat.mdic.gov.br.

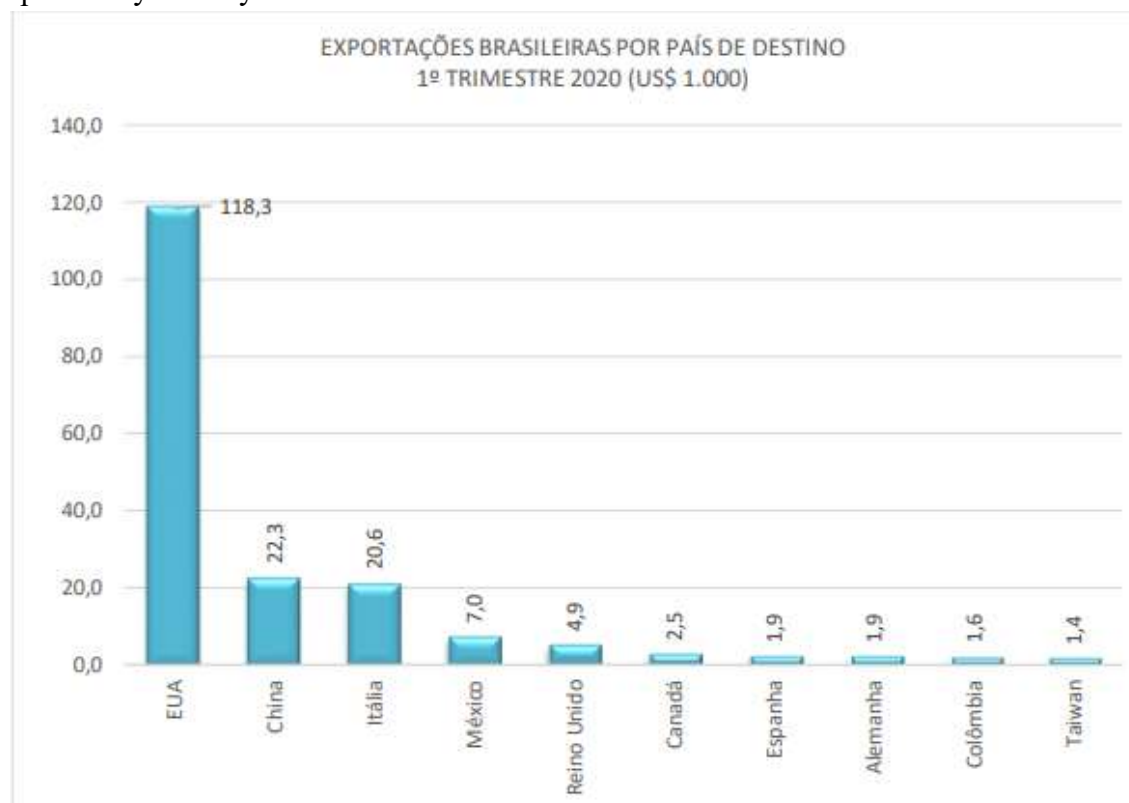
Following this global analysis, in the table below we see the variation in the average price of the main importer countries:

Country	2018 - Average Price FOB US\$ per ton	2019 - Average Price FOB US\$ per ton	2020 - Average Price FOB US\$ per ton	(%) Variation 1S18 - 1S19	(%) Variation 1S19 - 1S20
---------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------------

Turquia	433,56	402,39	395,17	-7,19%	-1,79%
Itália	710,58	586,70	626,46	-17,43%	6,78%
Espanha	477,15	435,29	493,54	-8,77%	13,38%
Indonésia	600,34	537,45	548,31	-10,48%	2,02%
China	766,48	774,72	556,74	1,07%	-28,14%
México	514,58	462,64	439,02	-10,09%	-5,11%
Portugal	487,42	470,21	468,46	-3,53%	-0,37%
Grécia	566,42	755,93	669,67	33,46%	-11,41%
Egito	330,45	283,99	291,71	-14,06%	2,72%
Namíbia	0,00	282,80	404,81	0,00%	43,15%
Total	582,46	523,92	509,20	-10,05%	-2,81%

Table 12 - Average price of the main ornamental rock importers of Brazil. in blue: positive values. In red: negative values. Source: comexstat.mdic.gov.br.

We can note that China, one of the main global importers had a significant reduction in average price in the period analysed. In the chart below we detail the main brazilian importers by country:

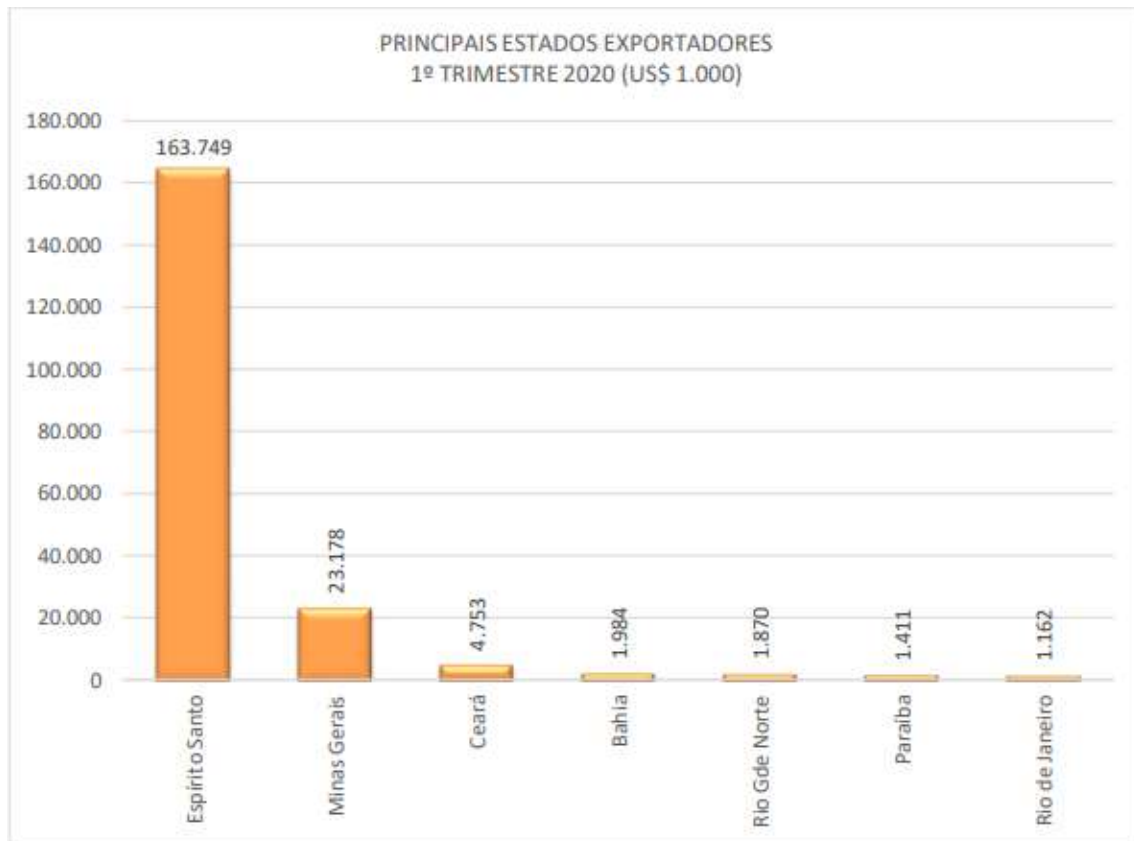


Source: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2020)

United States are still brazilian's biggest ornamental rock importer, but we can note the ever-growing participation of China in this market.

We exported a total of US\$ 118,3 million, composing a total of 59,1% of all Brazilian exports. China and Italy come close and consolidate as our best ornamental rock trading partners, as buyers, China having only 11,1% of the exports share.

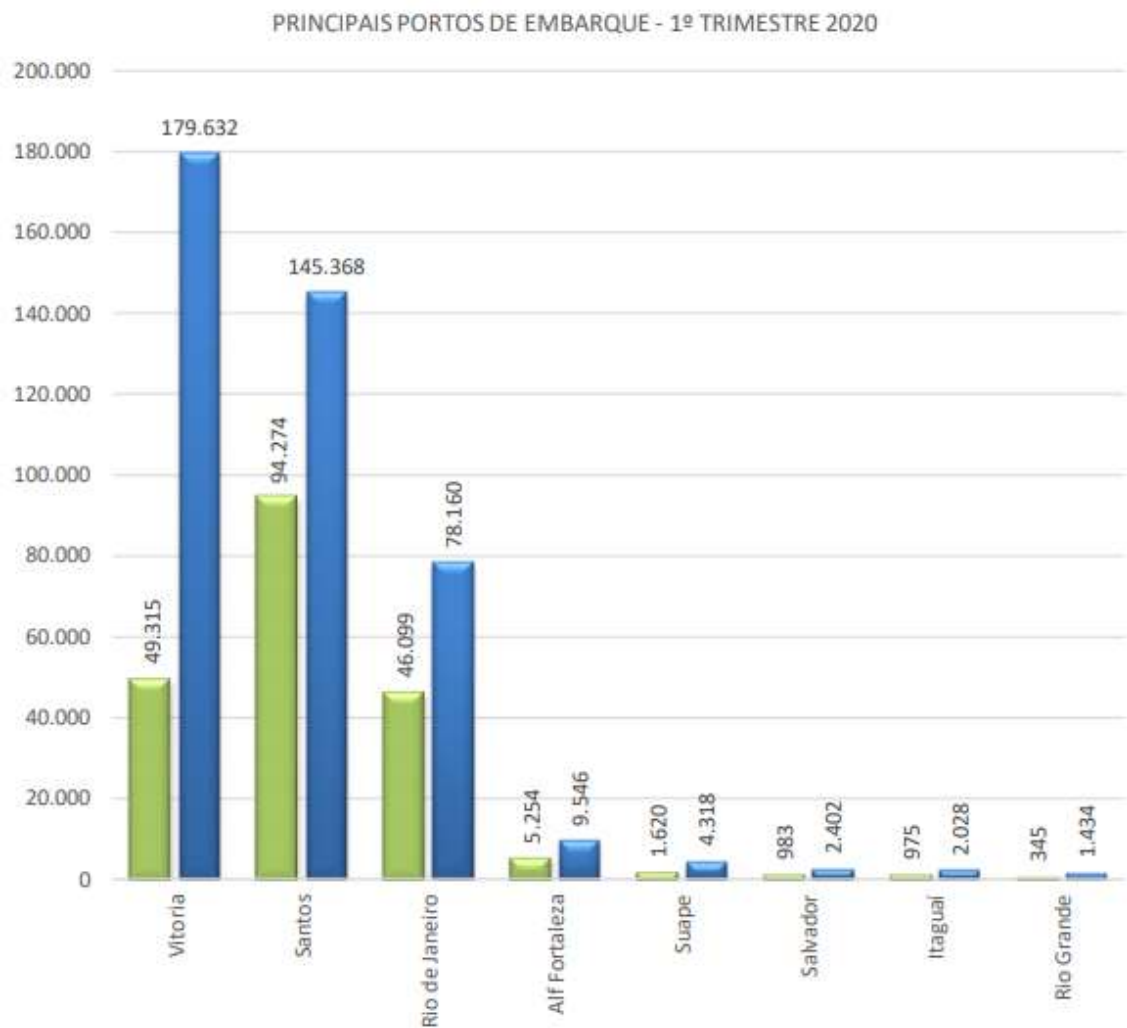
In the internal market we can note that few has changed, being Espírito Santo, Minas Gerais and Ceará, the biggest ornamental rock producers, respectively



Informe ABIROCHAS 02/2020

Source: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2020)

The main export routes are through marine ports, with no big changes, being Vitória port, Santos port and Rio de Janeiro ports, the main pathways that Brazil exports its rocks.



Source: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2020)

We can note a larger concentration of exports in the southern states of Brazil. It's important to analyse the number of cases of COVID-19 in the world, to better understand the moments of most severity of the pandemic in each country, and its economic closures and reopenings, as illustrated in the chart below:

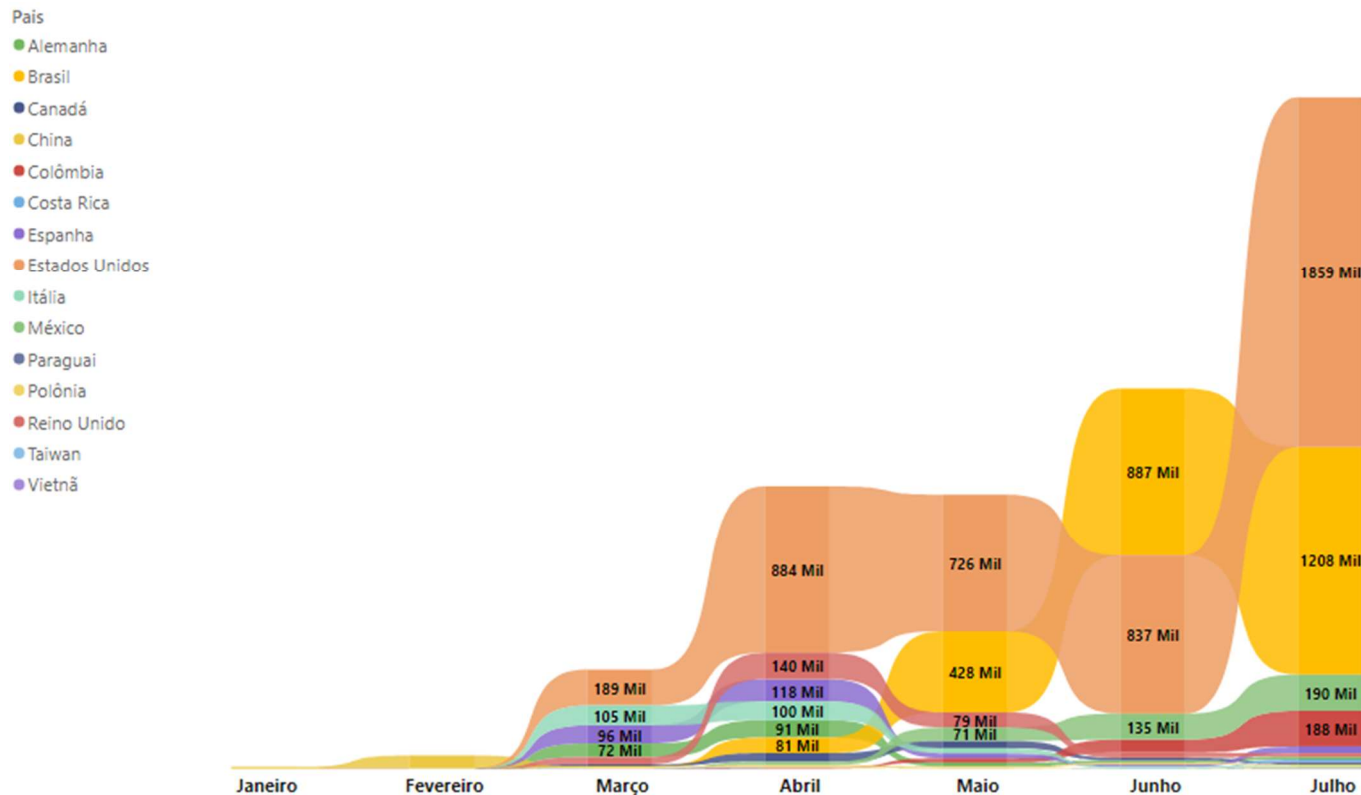


Chart 1 - Tota by month and country of study. Data from *John Hopkins University* (julho de 2020). China e Hong Kong (Tabela 5) are represented in this chart only as China

We can analyse by this perspective and see it more clearly in the chart below:

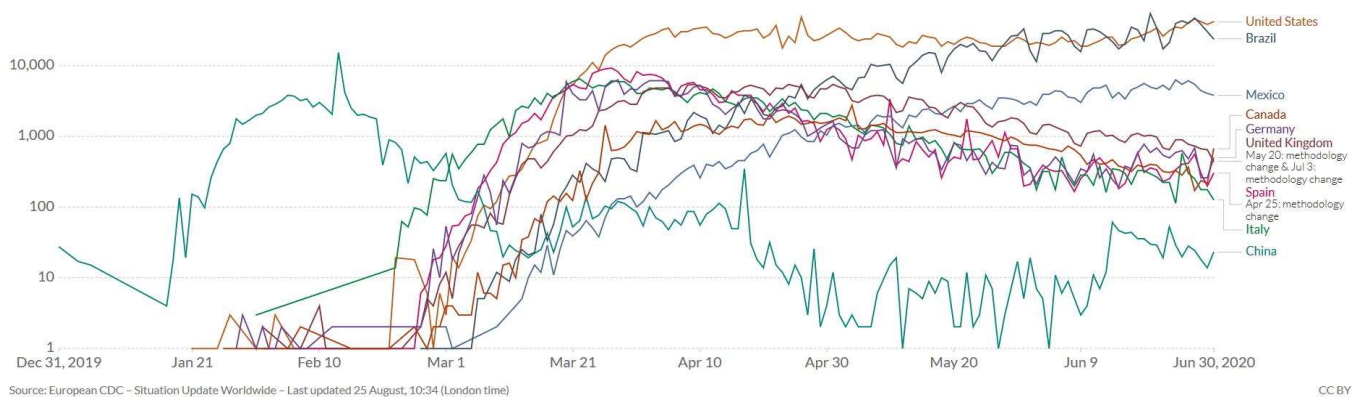


Chart 02 – New cases of COVID-19 by day and country of study Source: (Roser, Ortiz-Ospina, Hesell, 2020). China e Hong Kong (Tabela 5) are represented in this chart only by China

Through the chart 02 we can note that china was leading the number of new cases in the beginning of the pandemic, with european countries following in a second moment, with Brazil and United States following the leadership in a late moment.

Various factors must be observed to analyse these results. Firstly, it is obvious the coincidence between the most severe moments of the pandemic (january through june 2020),

as expressed in Chart 1, and the bad performance of the ornamental rock exports of Brazil. We also need to observe that changes in supply and demand seem to show a tendency toward bigger exports of brute products and smaller exports of manufactured products during the pandemic. This can be explained by the adaptation of the consumers to the new moment, more financially restricted, in which the consumers shifted toward products with cheaper average prices, buying brute to manufacture later.

We can also observe that a significant reduction in the average price of exported products (Table 12). With excess of brute carbonatic rocks, that had a 19,48% increase in 1S20, all other rock types presented a reduction in value per ton. This confirms the impacts of the pandemic in the Brazilian export market of ornamental rocks, and agrees with the interpretation that the demand shifted towards brute products relative to the manufactured ones in the period investigated.

With relation to the exported weight, we observe a little different tendency: in the 1S18 - 1S19 period, there was no significant changes in the total exported weight, but there was reduction in the total brute rocks exported in relation to the manufactured ones, that experienced pronounced increase. Since the Brazilian export profile is composed of mainly silicatic brute rocks, its 15,07% reduction balanced the totals, denoting a moment of stability in the market, that agrees to the 1S18 - 1S19 increase in average prices. That picture changes if we look at the 1S19-1S20 interval, that showed a reduction in both total value and weight. This depicts the impacts of the pandemic in the Brazilian ornamental rock market.

4. Conclusion

The impacts of the pandemic on the Brazilian rock market are notorious. The sector was very affected, and is going through difficulties because of it. The generalized reduction in average prices per ton, and the reduction in exports in the market, can drive a lot of producers out of business.

It is important to mention that this data is reflecting only the initial period of the pandemic in Brazil, and there are more impacts that will appear in the forthcoming months, or even years.

There is also a shift in the market toward artificial products, mainly driven by China. The reduction in the imports of natural rock material supports this observation.

In relation to the natural materials, there was an increase in the exported volume of manufactured silicatic rocks, products as granites and polished slabs are the most demanded, with increase in average price.

The reductions in exports were expressive, but the brute carbonatic rocks showed an increase, against the general tendency.

The United States, Italy and China are still our most important commercial partners in the ornamental rock market.

5.References:

- [1] Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2020). Síntese das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais no Período Janeiro-Março de 2020. Brasília, Brazil: abirochas.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Informe_02_2019_1Trimestre.pdf (acessado em 28/07/2020)
- [2] Costa, J. (2001). Caracterização mineralógica e tecnológica de uma jazida de serpentinito como rocha ornamental (Mestre). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto – MG.
- [3] Slack, N, Chambers, S & Johnston, R. (2018). Administração da produção. (8nd ed.). São Paulo, Brazil: Atlas.
- [4] Sindirochas, Demanda internacional por pedras naturais brasileiras movimentou economia capixaba neste início de ano, 23 de Janeiro de 2019
<https://www.sindirochas.com/noticia.php?url=demanda-internacional-por-pedras-naturais-brasileiras-movimentou-economia-capixaba-neste-inicio-de-ano#:~:text=Pa%C3%ADses%20como%20Estados%20Unidos%2C%20M%C3%A9xico,brasileiras%20de%20m%C3%A1rmore%20e%20granito> (Acessado em 28/07/2020)
- [5] Sindirochas, relatório de exportações de rochas de junho 2018: <https://www.sindirochas.com/downloads/relatorios/exportacoes-sindirochas-junho-2020.pdf>, acesso em 12/07/2020
- [6] Sindirochas, relatório de exportações de rochas de junho 2019: <https://www.sindirochas.com/downloads/relatorios/exportacoes-sindirochas-junho-2020.pdf>, acesso em 12/07/2020
- [7] Sindirochas, relatório de exportações de rochas de junho 2020: <https://www.sindirochas.com/downloads/relatorios/exportacoes-sindirochas-junho-2020.pdf>, acesso em 12/07/2020
- [8] Khan I, Haleem A, Javaid M, *Analysing COVID-19 pandemic through cases, deaths, and recoveries*, *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* (2020) doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.08.003>
- [9] McKibbin, Warwick J. and Fernando, Roshen, The Global Macroeconomic Impacts of COVID-19: Seven Scenarios (March 2, 2020). CAMA Working Paper No. 19/2020, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3547729> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3547729>
- [10] Ozili, Peterson K and Arun, Thankom, Spillover of COVID-19: Impact on the Global Economy (March 27, 2020). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3562570> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3562570>
- [11] A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 15844), Brasil, 2015: <https://www.normas.com.br/visualizador-slim/Viewer.asp?ns=29595&token=65cb4015-293e->

489b-ae8e-

43667d75bb47&sid=1dga4d45e3j5gptso5nag3vc&email=diorgenesdossantos6@gmail.com

[12] SUZIGAN, W. Identificação, mapeamento e caracterização estrutural de arranjos produtivos locais no Brasil. Relatório Consolidado. Rio de Janeiro: IPEA, 2006.

[13] Cassiolato, José Eduardo, & Lastres, Helena Maria Martins. (2005). Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. *São Paulo em Perspectiva*, 19(1), 34-45. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392005000100003>

[14] Max Roser, Hannah Ritchie, Esteban Ortiz-Ospina and Joe Hasell (2020) - "*Coronavirus Pandemic* (COVID-19)". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/coronavirus>' [Online Resource]

Capítulo 3:

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE UM ULTRAMILONITO DA REGIÃO DE MARCO – CE

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE UM ULTRAMILONITO DA REGIÃO DE MARCO – CE

RESUMO

O presente trabalho apresenta resultados de análises petrográficas e caracterização tecnológica de um ultramilonito, conhecido comercialmente como *Green Galaxy*, nos mapas geológico é denominado granito Tucunduba, localizado na Serra de Tucunduba, no município de Marco - Ceará, distando aproximadamente 255 Km de Fortaleza. A rocha, corresponde à um ultramilonito de coloração predominante verde variando de verde musgo para verde escuro, com algumas áreas acinzentadas. Foram analisados os aspectos petrográficos (composição, estrutura e textura), físico-mecânicos (Resistência à Compressão Uniaxial, Resistência à Compressão Uniaxial após congelamento/degelo, Resistência à Flexão em 3 pontos, Resistência à Flexão em 4 pontos, Resistência à Flexão em 4 pontos após gelo/degelo, Índices Físicos, Desgaste *Amsler*, Resistência ao Impacto de Corpo Duro e Velocidade de Propagação de Ondas Ultrassônicas Longitudinais). Os resultados foram comparados aos valores normatizados sugeridos para rochas graníticas utilizadas com fim ornamental. Concluída a etapa laboratorial, conclui-se que do ponto de vista tecnológico o Ultramilonito apresenta um bom desempenho físico-mecânico, sugerindo que pode ser aplicável como rocha ornamental e de revestimento em obras civis.

Palavras-chave: Tucunduba, *Green Galaxy*, Ultramilonito

ABSTRACT

This paper presents results of petrographic analysis and technological characterization of a ultramylonite, commercially known as *Green Galaxy* in geological maps is called granite Tucunduba, located in the Sierra de Tucunduba in the municipality of Marco - Ceará, lying approximately 255 km from Fortaleza. The rock corresponds to one ultramylonite of predominantly green color ranging from moss green to dark green with some gray areas. the petrography were analyzed (composition, structure and texture), physical-mechanical (Compressive Strength Uniaxial, uniaxial compressive strength after freeze / thaw resistance flexion in 3 points, Flexural at 4 points, Flexural in 4 points after freeze / thaw, Physical Indexes, Amsler wear, resistance Hard Body Impact and Wave Propagation Speed Ultrasonic Longitudinal). The results were compared to standardized values suggested for granitic rocks used for ornamental purposes. Completed the laboratory stage, it concludes that from a technological point of view the Ultramylonite has a good physical and mechanical performance, suggesting that it may be applicable as ornamental and coating rock in civil works.

Keywords: *Tucunduba, Green Galaxy, ultramylonite.*

1. INTRODUÇÃO

A Serra de Tucunduba está localizada Município de Marco com uma área de 574 km² que fica no noroeste do estado do Ceará, limitando-se com os municípios de Morrinhos, Acaraú, Senador Sá, Bela Cruz e Granja, distando aproximadamente 255 Km de Fortaleza. O município localiza-se na carta topográfica Bela Cruz (SA.24-Y-D-I).

O estudo do ultramilonito da serra de Tuncunduba expõe a caracterização dos aspectos geológicos, petrográficos, e tecnológicos direcionados à utilização do mesmo como rocha ornamental.

Selecionou se em campo o material para confecção dos corpos-de-prova e como complemento foi acionada uma empresa do setor (IMARF granitos), que disponibilizou amostras da rocha em forma de placas polidas para obtenção dos ensaios de caracterização tecnológicas, buscando aprimorar o conhecimento nos parâmetros técnicos para utilização da rocha em conjunturas diversas na construção civil.

Espera se agregar ao conhecimento geológico existente do ultramilonito da serra de Tuncunduba os parâmetros técnicos obtidos direcionando a utilização do material no setor das rochas ornamentais, possibilitando um melhor aproveitamento econômico deste bem mineral, apontando suas diversas utilizações na construção civil.

Os resultados ora apresentados são pautados em dados prévios, obtidos por Nascimento (2014).

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

A rocha em estudo, encontra-se inserida no contexto geológico da Província Borborema, denominada assim primeiramente por Almeida *et al.* (1977). Segundo Santos *et al.* (2007) uma província é um retalho de terrenos de diferentes litologias, separados por falhas e lineamentos importantes.

A Província Borborema, recentemente dividida em domínios geotectônicos neoproterozóicos, é formada por blocos crustais amalgamados durante a orogênese brasileira (Santos *et al.*, 2001). A porção norte desta Província, circunscrita acima do Lineamento Patos, é subdividida em três grandes Domínios, a saber: Médio Coreaú, Ceará Central e Rio Grande

do Norte (Brito Neves, 2000) (figura 1). A rocha estudada está inserida dentro do **Domínio Médio Coreaú (DMC)**.

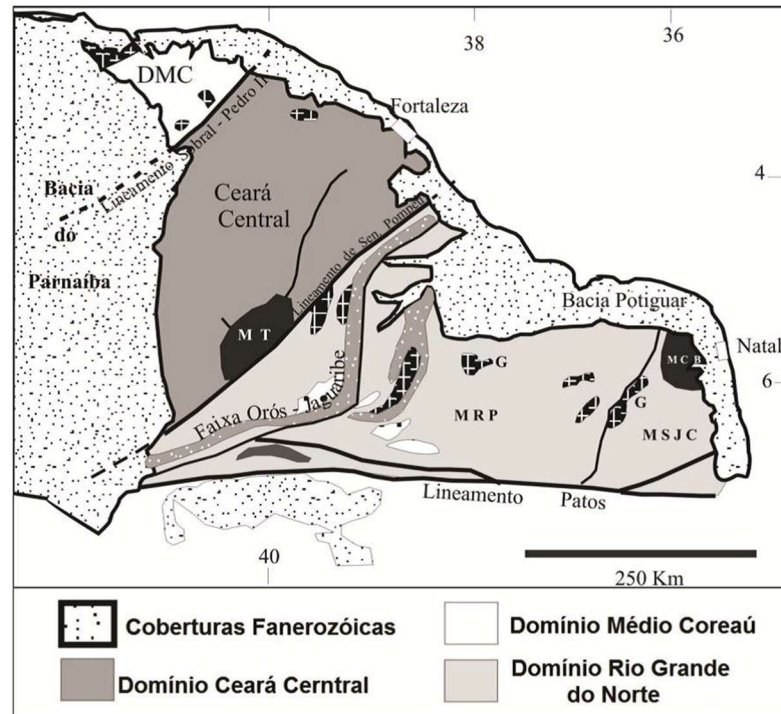


Figura 1 - Domínios geológicos da porção norte da Província Borborema (modificado de Fetter, 1999)

2.1. Domínio Médio Coreaú (DMC)

O Domínio Médio Coreaú - DMC situa-se na parte noroeste do Estado do Ceará e nordeste do Estado do Piauí, está limitado entre a margem retrabalhada do Cráton São Luís - Oeste Africano e o Lineamento Transbrasiliiano (Brito Neves; dos Santos; *Van Schmus*, 2000). Para Santos *et al.* (2008) representa a margem noroeste da Província Borborema, compreendendo um cinturão colisional Brasileiro/Panafricano formado durante a aglutinação do Gondwana Oeste. O limite leste com o Domínio Ceará Central é marcado pelo lineamento Sobral-Pedro II.

Segundo (Torquato & Nogueira Neto, 1996) a Região de Dobramentos do Médio Coreaú é caracterizada por um elevado grau de heterogeneidade, devido à multiplicidade de origens e idades dos terrenos que a constituem. Podem distinguir-se seis unidades

litoestratigráficas principais no DMC: (1) O Complexo de Granja, correspondendo a uma porção afetada por metamorfismo de médio a alto grau; (2) o Grupo Martinópolis; (3) o Grupo Ubajara; (4) Granitos Brasileiros; (5) o Grupo Jaibaras e; (6) as Coberturas Sedimentares (Santos et al., 2001).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi escolhido um tipo de rocha para fins ornamentais e/ou revestimento, conhecida comercialmente como *Green Galaxy* (figura 3). As amostras coletadas foram encaminhadas para o Laboratório de Rochas Ornamentais do DPM/IGCE – UNESP/Rio Claro onde foram confeccionados os corpos-de-prova para a realização dos ensaios tecnológicos.



Figura 3 - Foto da placa polida do ultramilonito *Green Galaxy*

O procedimento adotado para a realização da pesquisa envolveu a análise petrográfica, determinação dos ensaios físicos-mecânicos (índices físicos, resistência à compressão uniaxial na amostra seca e após congelamento gelo/degelo, módulo de ruptura - flexão por carregamento em três pontos na amostra seca e após congelamento gelo/degelo, flexão por carregamento em quatro pontos: Ensaio realizado na amostra seca e após congelamento gelo/degelo, desgaste AMSLER, resistência ao impacto de corpo duro e Velocidade de pulso ultrassônico) e detecção da exalação do gás radônio na rocha. Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Rochas Ornamentais do Departamento de

Petrologia e Metalogenia do curso de Geologia – UNESP/Rio Claro, seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 15845:2010.

4. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

4.1. Análise Petrográfica

Com base na norma NBR 15845 (ABNT, 2010a) foram obtidos dados petrográficos em três laminas delgadas que se encontram direcionados e correlacionados à qualificação tecnológica das rochas ornamentais e de revestimento para as amostras do Green Galaxy. Nesta análise foram realizadas a identificação e quantificação mineralógica, além da definição das características texturais e estruturais, tais como as características petrográficas da rocha.

A rocha apresenta uma textura porfiroblástica, os grãos minerais se apresentam, em sua maioria, submilimétricos com cristais de quartzo e feldspatos medindo até aproximadamente 6 mm se destacando em meio à matriz fina composta predominantemente por quartzo, feldspato e clorita. Nota-se, no decorrer da lâmina, indicadores cinemáticos no sentido dextral.

Uma análise mais precisa da proporção entre os minerais constituintes, principalmente em relação aos tipos de feldspatos presentes, torna-se imprecisa devido ao grau de milonitização da mesma.

Com o resultado da média das três lâminas, mostra que a rocha possui mineralogia composta por aproximadamente 25% de quartzo, 37% de feldspato potássico, 23% de plagioclásio, 8% de clorita, 4% de epidoto e 1% de óxidos e hidróxidos de ferro, além de traços de zircão, titanita e alanita (Figura 4).

Os contatos minerais são irregulares, possui grãos com fraturas em aproximadamente 40%, em determinadas áreas o quartzo se apresenta recristalizado. Os tipos de contatos predominantes são os serrilhados e côncavo-convexos, os contatos planos aparecem em menor quantidade nas lâminas com aproximadamente 15%.

A alteração mineral é apresentada na rocha pela sericitização dos feldspatos, cloritização das biotitas e disseminação de óxidos e hidróxidos de ferro ao longo de fraturas e microfissuras.

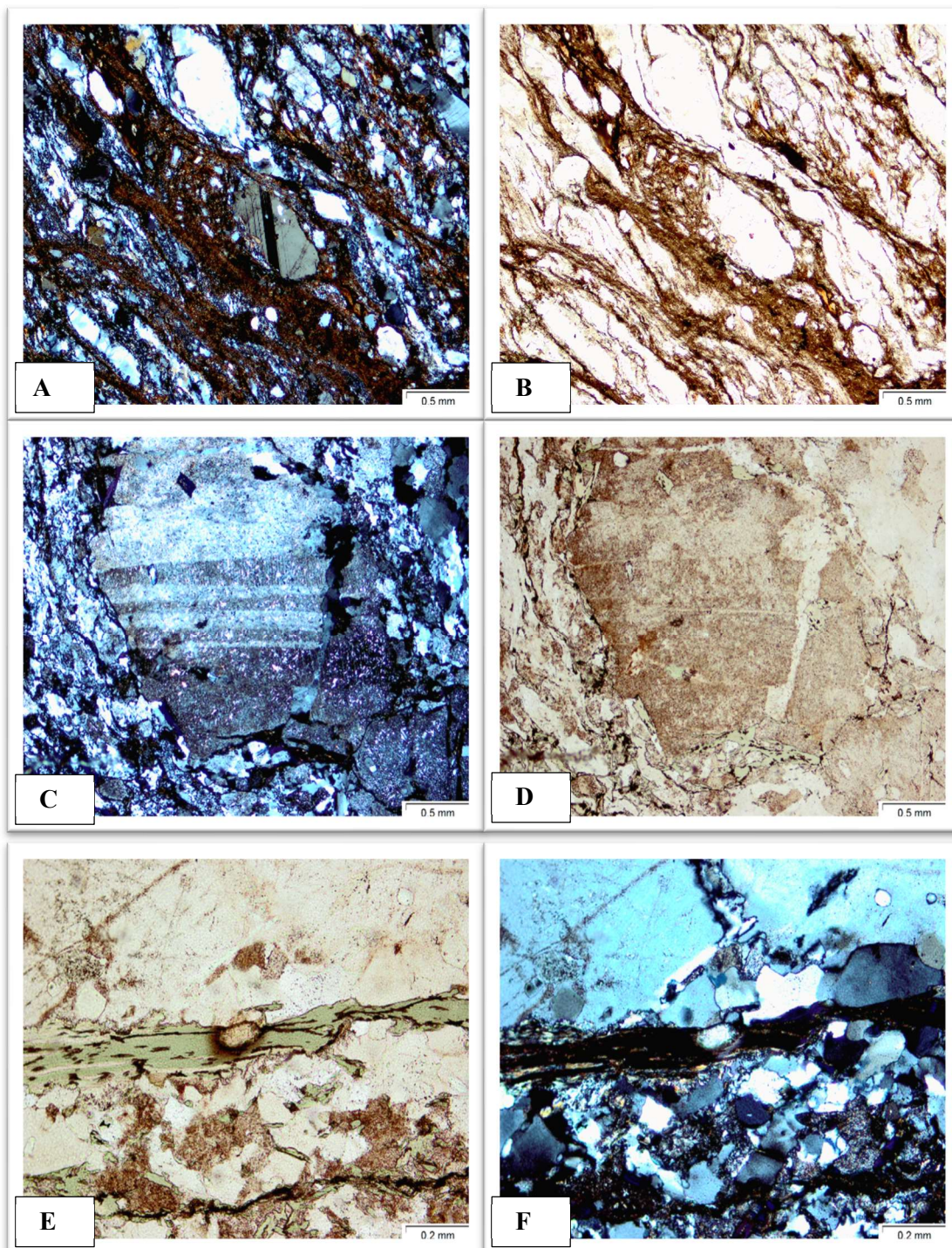


Figura 4 – (A) Matriz da rocha, dando destaque a cristais de plagioclásio, alguns rotacionados e aos óxidos e hidróxidos de ferro preenchendo as microfissuras na luz ortoscópica; (B) Matriz da rocha, dando destaque a cristais de plagioclásio, alguns rotacionados e aos óxidos e hidróxidos de ferro preenchendo as microfissuras na luz natural; (C) Plagioclásio sautirizado com inclusões de clorita na luz ortoscópica; (D) Plagioclásio sautirizado com inclusões de clorita na luz natural; (E) Zircão incluído no cristal de clorita na luz ortoscópica; (F) Zircão incluído no cristal de clorita na luz natural.

A densidade de microfissuramento é considerada alta, como demonstrado nas lâminas vão de 1,7 a 1,9 microfissuras/mm². As microfissuras predominantes são do tipo intergranulares e/ou transgranulares com 77,81%, as do tipo intragrãos compõem cerca de 22,18%. Em lâmina delgada as dimensões das microfissuras variam desde milimétricas até aproximadamente 10 mm, se dispõe na maioria das vezes nos feldspatos potássicos e oligoclásio.

Na tabela 1 estão dispostas as principais características da rocha utilizada como comparativo para análise petrográfica e ensaios físico-mecânicos.

Tabela 1: Síntese das características petrográficas do Ultramilonito Quartzo Feldspático.

Características Petrográficas do Ultramilonito quartzo feldspático		Lâmina 1	Lâmina 1	Lâmina 3
Mineralogia (%)	Quartzo	19,83	25,69	28,75
	Feldspato Potássico	26,34	37,48	44,4
	Plagioclásio	34,51	17,09	14,51
	Clorita, Sericita, epidoto	18,32	18,74	13,34
	Óxidos e hidróxidos de Fe, Titanita, allanita e zircão	1	1	1
Granulação(mm)	Matriz	0,1 a 1	0,1 a 1	0,1 a 1
	Pórfiros	1 a 5,5	1 a 6	1 a 5
Microfissuras	Total/mm ²	1,94	1,89	1,7
	Intragrãos (%)	22,18	26,92	24,15
	Intergrãos (%)	77,81	73,07	75,85
	Comunicabilidade	Alta	Alta	Alta
	Côncavo/Convexo	34,17	31,77	30,11
Contatos (%)	Serrilhado	50,25	45,81	48,26
	Plano	15,87	24,4	21,63
Alteração Mineral	Plagioclásio	Fraco	Fraco	Fraco
	Clorita	Fraco	Fraco	Fraco
	Coloração	Verde	Verde	Verde
	Estrutura	Isotrópica	Isotrópica	Isotrópica
	Textura	Porfiroblástica	Porfiroblástica	Porfiroblástica
	Granulação	Fina	Fina	Fina

Fonte – Elaborada pela autora

4.2.Resultados Físico-Mecânicos

Serão apresentados e discutidos os resultados referentes aos testes laboratoriais do ultramilonito *Green Galaxy* (Tabela 2) comparando-os com os parâmetros fixados pela ABNT

NBR 15844:2010 “Rocha para revestimento – modo de ensaio” e pela ABNT NBR 12042:1992 “determinação do desgaste por abrasão”, nos valores fixados pela norma ASTM (C 615) (1992).

Tabela 2 - Resultados de caracterização tecnológica da rocha estudada e valores limítrofes da ABNT (2010).

Resultados dos Ensaio				
Ensaio		Valores obtidos	ABNT 2010	Unidade
Resistência à Compressão Uniaxial		146,1	100,0	MPa
Resistência à Compressão Uniaxial após congelamento/degelo		167,2	100,0	MPa
Coeficiente de Enfraquecimento (K)		1,14	-	
Resistência à Flexão (3 pontos)		17,3	10,0	MPa
Resistência à Flexão (3 pontos) após gelo/degelo		21,3	10,0	MPa
Resistência à Flexão (4 pontos)		21,42	8,00	MPa
Resistência à Flexão (4 pontos) após gelo/degelo		22,80	8,00	MPa
Índices Físicos	Massa espec. aparente seca	2,675	2,560	(g/cm ³)
	Massa espec. aparente saturada	2,677	-	(g/cm ³)
	Porosidade aparente	0,27	≤ 1,0	%
	Absorção d'água aparente	0,10	≤ 0,4	%
Desgaste Amsler	Após percurso de 500m	0,22		mm
	Após percurso de 1000m	0,49	≤ 1,0	mm
Resistência ao Impacto de Corpo Duro		0,39m	≥ 0,3	m
Velocidade de Propagação de Ondas Ultrassônicas Longitudinais	Em cps para compressão	6031,1		m/s
	Em cps para módulo de ruptura 3 pontos/4 pontos	5890,5/ 6049,41		m/s
	Em cps para resist. à flexão	6049,41		m/s
	Média	5990,34		m/s

Legenda – cps: corpos-de-prova.

4.2.1 Índices Físicos

O ensaio dos índices físicos foi feito segundo as diretrizes da norma NBR 15845 – Anexo B (ABNT, 2010), compreendendo densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água em rochas que se destinam ao uso para revestimento. Pode-se constatar que a rocha em pesquisa se apresenta com valores, em geral, dentro dos padrões exigidos por tais normas. Os resultados deste ensaio estão expostos na tabela 3.

Tabela 3 - Comparação dos resultados medidos para o Ultramilonito Quartzo-Feldspático com os da ASTM C-615(1992) e os da ABNT NBR 2010.

ENSAIOS	ASTM (C 615)	ABNT NBR 2010	Ultramilonito Quartzo-Feldspático
Massa Específica Aparente (Kg/m³)	≥ 2,560	≥ 2,550	2,675
Porosidade Aparente (%)	n.e.	≤ 1,0	0,27
Absorção d'água (%)	≤ 0,4	≤ 0,4	0,10
Resistência à Compressão Uniaxial seco (MPa)	≥ 131,0	≥ 100,0	146,10
Flexão 3 Pontos seco (MPa)	≥10,34	≥10	17,3
Flexão 4 Pontos seco (MPa)	≥8,27	≥8,0	21,42
Desgaste Amsler para 1000m (mm)	n.e.	≤ 1,0	0,49

Apontou-se uma correlação dos índices físicos com os valores obtidos do grau de fraturamento intragrãos e intergrãos, conquistados pela análise petrográfica da rocha visando um conhecimento mais amplo do comportamento desse material. Estas correlações estão representadas nos gráficos 1 e 2.

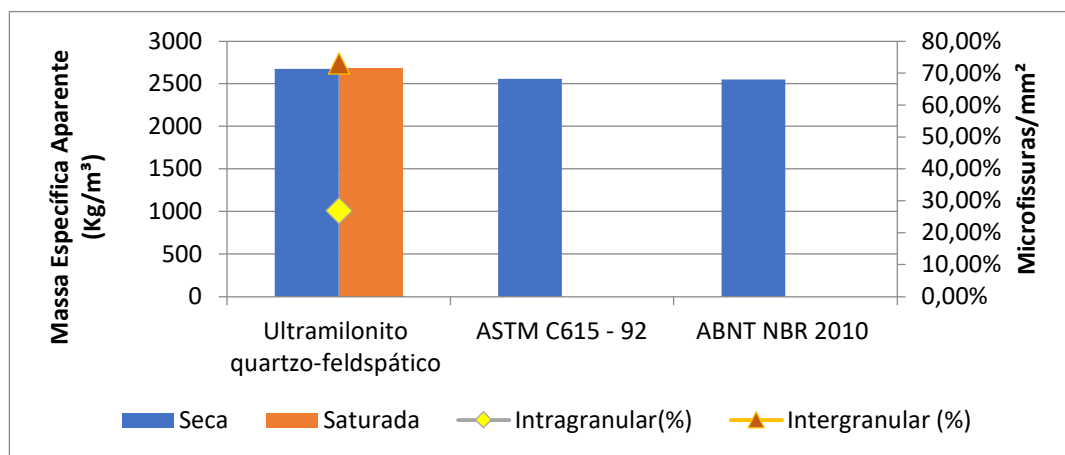


Gráfico 1: Resultados de massa específica aparente do Ultramilonito Quartzo Feldspático

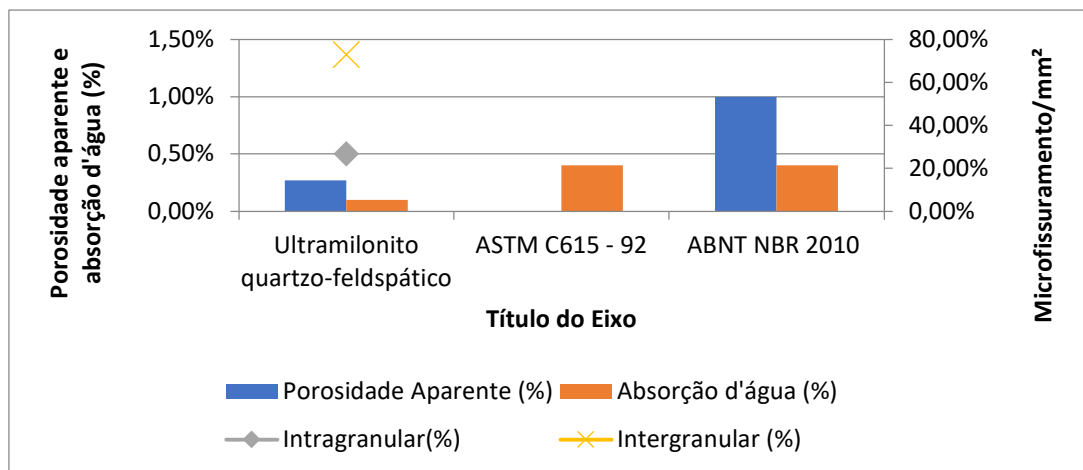


Gráfico 2: Resultados de porosidade aparente e absorção d'água para o Ultramilonito Quartzo Feldspático.

Contemplando os resultados obtidos para os ensaios de massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água aparente (Tabela 3), constatou-se que o material estudado apresenta qualidades superior à dos valores médios sugeridos pela da norma ABNT NBR 2010.

A massa específica aparente seca expos o valor de $2,675 \text{ g/cm}^3$, a massa específica aparente saturada apresentou $2,677 \text{ g/cm}^3$, a porosidade aparente obteve um valor de 0,27% e a absorção d'água aparente mostrou o valor de 0,10 %.

A porosidade aparente com resultado de (0,27%) e absorção de água aparente (0,10%), mostra que a rocha está dentro dos valores limítrofes da norma ABNT NBR 2010. Estes resultados positivos deram-se ao fato da mesma apresentar uma granulação muito fina e que, apesar do elevado grau de microfissuramento intergrãos ($1,42/\text{mm}^2$), as fraturas estão totalmente preenchidas por uma massa mineral fina e compacta e por quartzos recristalizados

presentes em toda a lâmina inferindo uma baixa absorção de água. Tais fatos adequam-se a literatura, onde diversos trabalhos mostram que os principais fatores que condicionam os índices de porosidade aparente e absorção aparente, são a granulação da rocha, o grau de entrelaçamento, grau de microfissuramento e o grau de alteração dos minerais constituintes.

4.2.2 Resistência à Compressão Uniaxial Simples

Valores mínimos de resistência à compressão uniaxial aceitáveis para granitos ornamentais são definidos pela ASTM C615-92 (ASTM, 1992) como maior ou iguais a 131 MPa, e pela ABNT NBR (2010) que sugeriram valores de resistência a compressão igual ou superior a 100 MPa. O gráfico 3 relaciona os resultados obtidos para o ultramilonito.

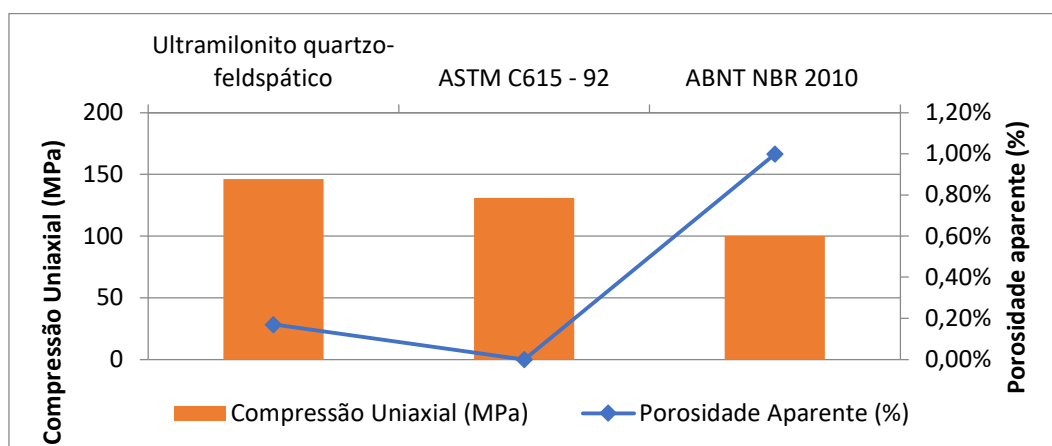


Gráfico 3: Resultados de resistência a compressão uniaxial obtidos para o Ultramilonito Quartzo Feldspático.

Comparando os valores obtidos no ensaio com o valor proposto da norma ABNT NBR 15845:2010 Anexo E, conclui-se que o material estudado apresenta uma boa resistência atingindo valores de 146,1 MPa com a rocha seca e 167,2 MPa após o congelamento e degelo (tabela 2). Frazão & Farjallat (1995) indicam um valor médio da resistência à compressão igual ou superior a 100 MPa. Fazendo uma comparação aos valores propostos pela ISRM (1979), pode-se concluir que o Ultramilonito, é classificado como muito resistente (100-250 MPa), estando também dentro dos limites da ASTM – C 615 (1992).

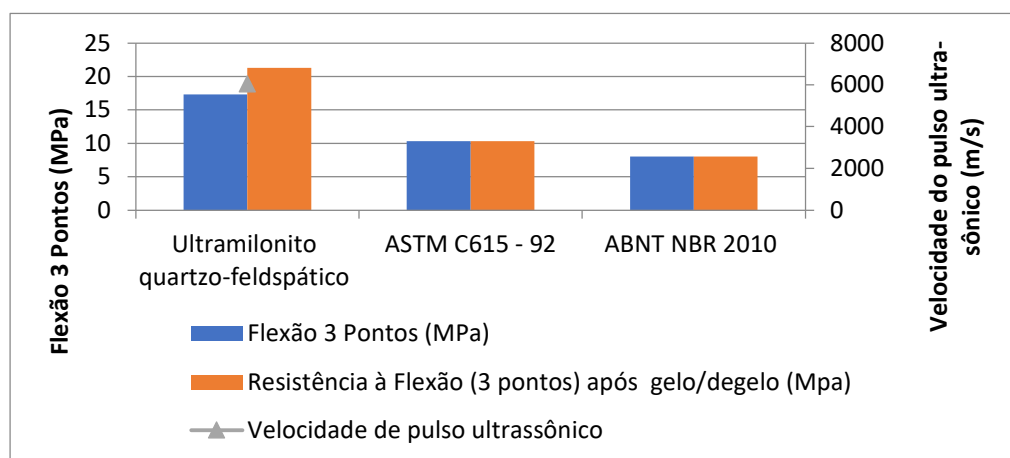
Levando em consideração os resultados obtidos neste ensaio, percebe-se que o resultado na amostra após o congelamento/degelo apresentou-se mais resistente do que a amostra seca. Como os corpos-de-prova foram confeccionados do mesmo bloco, sem diferença de granulometria, composição mineralógica ou número de fissuras, tal fato pode ter ocorrido em consequência da rocha apresentar a predominância de uma matriz muito fina e de

microfissuras serem totalmente preenchidas e principalmente pelo fato do quartzo se apresentar recristalizado tanto na matriz como nas fissuras da rocha. Com isso, após os ciclos de congelamento e degelo, os cristais podem ter ficados mais coesos na matriz e nas microfissuras preenchidas tornando assim a rocha mais resistente.

Com os resultados obtidos, pode-se considerar a rocha como apta para uso ornamental tanto em locais de grande amplitude térmica.

4.2.3 - Resistência a Flexão em 3 pontos

A norma ABNT NBR 15845:2010 Anexo F, determina um valor mínimo de 10 Mpa, para o citado ensaio. O valor mínimo exigido pela norma C-615 da ASTM (1992) é de 10,34 MPa e o valor médio sugerido por Frazão & Farjallat (1995) é de 10 MPa. Os resultados estão expostos na tabela 2. Foram correlacionados os dados da amostra seca e após o congelamento/degelo, que estão representados na forma do gráfico 4.



De acordo com o resultado do ensaio, a rocha obteve um valor de 17,3 MPa com a amostra seca e 21,3 MPa após o congelamento/degelo, um valor bem acima do exigido pela ABNT NBR 2010, por Frazão & Farjallat (1995) e ASTM (1992).

Como no ensaio de resistência à compressão uniaxial, a amostra que passou pelos ciclos de congelamento e degelo, apresentou-se mais resistente que a seca. Os resultados certificaram uma alta resistência mecânica para as duas situações. Tal fato se dá pela coesão dos minerais e devido os cristais de quartzo se apresentarem em torno de 90% recristalizados em meio a matriz fina da rocha e no preenchimento das microfissuras, silicificando a rocha dando uma maior resistência até mesmo após o ciclo do congelamento e degelo.

4.2.4 - Resistência a Flexão em 4 pontos

De acordo com o resultado do ensaio, a rocha obteve um valor de 21,42 Mpa com a amostra seca e 22,80 Mpa após o congelamento e degelo. A norma ABNT NBR 15845:2010 Anexo G, determina um valor ≥ 8 Mpa, para o a resistência a flexão em 4 pontos. O valor mínimo exigido pela norma C-615 da ASTM (1992) é de 10 MPa e o valor médio sugerido por Frazão & Farjallat (1995) é de 10 MPa. Os resultados estão expostos na tabela 2. Foram correlacionados os dados da amostra seca e após o congelamento e degelo, mostrando também os resultados da velocidade de pulso ultrassônico onde estão representados no gráfico 5.

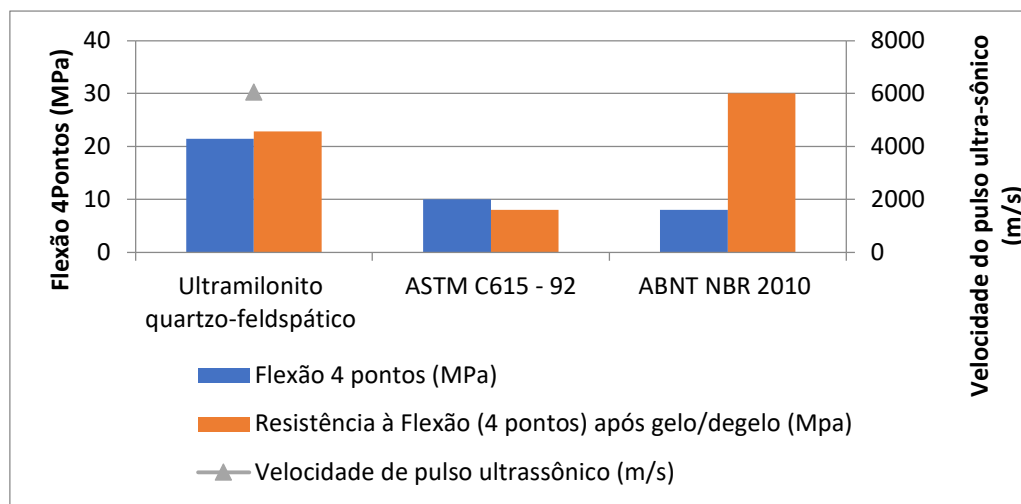


Gráfico 5: Resultados de resistência a flexão em 4 pontos (seco e após congelamento/degelo) obtidos para o Ultramilonito Quartzo Feldspático.

4.2.5 Desgaste Abrasivo Amsler

Os resultados do ensaio de desgaste abrasivo mostraram que a amostra do Ultramilonito preenche os critérios técnicos de qualidade ornamental, apresentando um valor de 0,66 mm para um percurso de 1000m (Gráfico 6). O valor sugerido para este ensaio na Norma ABNT NBR 12042:1992 “Determinação do Desgaste por Abrasão” é $\leq 1,0$ mm e o valor sugerido por Frazão & Farjallat (1995) para o desgaste Amsler é $\leq 1,0$ mm. Os resultados do ensaio estão dispostos na tabela 2.

Mesmo a rocha apresentando 18,32 % Clorita, Sericita, epidoto, 26,34% de Feldspato Potássico, 34,51% de plagioclásio e possuindo um grau alto de microfissuras, exibiu

uma boa resistência a abrasão que pode ter ocorrido devido a coesão dos minerais, preenchimento das microfissuras e tamanho da granulação de sua matriz.

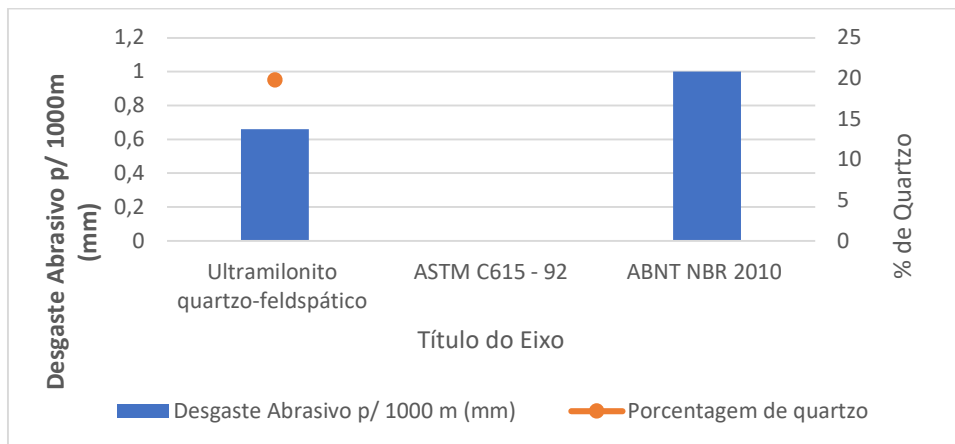


Gráfico 6: Resultados de resistência ao desgaste abrasivo obtidos para o Ultramilonito, relacionados com a porcentagem de quartzo.

4.2.6 Resistência ao impacto de Corpo Duro

O valor limítrofe para a resistência ao impacto de corpo duro em rochas ornamentais e de revestimento sugeridas pela norma ABNT NBR 15845:2010 Anexo H é $\geq 0,3\text{m}$ e por Frazão & Farjallat (1995) é $\geq 0,4\text{m}$. O Ultramilonito obteve um valor de $0,39\text{m}$, se enquadrando nos valores adotados pela ABNT NBR 2010.

A resistência da rocha dá-se pela coesão de seus minerais e pela recristalização dos cristais de quartzo, nota-se que os resultados deste ensaio se encontra no limite do valor estipulado pela norma da ABNT, tal fato pode ter ocorrido por existirem microfissuras no decorrer de toda placa confeccionada para o ensaio (figura 5.1), pois mesmo com o seu preenchimento, quando a rocha recebe o impacto, sua quebra sempre se dá ao longo das microfissuras.

4.2.7 Velocidade de Propagação de Ondas Ultra-sônicas (m/s)

Analisando a tabela 4, percebe-se que a rocha mostra velocidades maiores do que os valores estabelecidos por Frazão & Farjallat (1995) para os três corpos de provas submetidos a este ensaio (compressão uniaxial, flexão em três pontos e flexão em quatro pontos), feitos na amostra da rocha seca. Estes valores ocorrem devido os minerais presente na rocha estarem bem coesos, acelerando a velocidade de propagação de ondas, o que não significa maior integridade da rocha.

Tabela 4 - Velocidades de propagação de ondas ultra-sônicas (m/s) do Ultramilonito com os valores recomendados por Frazão & Farjallat (1995) e pela norma ASTM C-615 (1992).

Ensaio	Ultramilonito Quartzo Feldspático	ASTM C 615	Frazão & Farjallat
Velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas nos corpos-de-prova para compressão uniaxial (m/s)	6031,1	n.e.*	≥4000
Velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas nos corpos-de-prova para flexão em 3 pontos (m/s)	5891	n.e.*	≥4000
Velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas nos corpos-de-prova para flexão em 4 pontos (m/s)	6049,41	n.e.*	≥4000

n.e. – Não especificado

5. CONCLUSÕES

Com a caracterização petrográfica da rocha escolhida conclui-se que se trata de um Ultramilonito Quartzo Feldspático, com coloração predominante verde variando de verde musgo para verde escuro, com algumas áreas acinzentadas. São visíveis em toda a rocha fraturas irregulares preenchidas ora por um material claro, possivelmente composto por epidoto, quartzo e feldspato, ora por um material escuro composto por óxidos de ferro. A estrutura geral é foliada, de natureza ultramilonítica. Destacam-se faixas intensamente milonitizadas impossibilitando a identificação dos minerais em meio a uma matriz fina exibindo alguns cristais esbranquiçados de quartzo e feldspatos.

Do ponto de vista tecnológico o Ultramilonito conhecido comercialmente como *Green Galaxy* apresenta um bom desempenho físico-mecânico, sugerindo que pode ser

aplicável como rocha ornamental e de revestimento em obras civis, dando destaque para sua excelente resistência após o ciclo de congelamento e degelo, recomendando também sua utilização em países de clima quentes e países de clima frio.

Recomenda-se um estudo mais detalhado da rocha, dando ênfase ao ensaio de congelamento e degelo nos corpos de prova de compressão uniaxial, flexão em três pontos e flexão em quatro pontos, realizando o ensaio da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas e petrografia na rocha seca e após o congelamento e degelo para obter mais informações a respeito da maior resistência após o ciclo de congelamento.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, através do PROCAD-NF 08/2008, pelo apoio e suporte financeiro relacionado ao desenvolvimento da presente pesquisa.

7. Referências bibliográficas

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Informe 01/2013 – Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais e de Revestimento em 2012. 2013. Disponível em:

<http://www.ivolution.com.br/news/upload_pdf/11476/Informe_01_2013.pdf> Acesso em: 15 Jan 2013.

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Informe 18/2009 – Situação Mundial e Posição Brasileira no Setor de Rochas Ornamentais em 2008. 2009. Disponível em:

<http://www.ivolution.com.br/news/upload_pdf/6661/Situacao_Mundial2008.pdf> Acesso em: 25 nov. 2009.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

(NBR – 12.042, 1992). Materiais Inorgânicos – Determinação do Desgaste por Abrasão (NBR – 15845, 2010). Anexo A (normativo) – Análise petrográfica – Método de ensaio

(NBR – 15845, 2010). Anexo B (normativo) – Densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água – Método de ensaio

(NBR – 15845, 2010). Anexo D (normativo) – Resistência ao congelamento e degelo -

Método de ensaio

(NBR – 15845, 2010). Anexo E (normativo) – Resistência à compressão uniaxial –

Método de ensaio

(NBR – 15845, 2010). Anexo F (normativo) – Módulo de ruptura (flexão por carregamento em três pontos) - Método de ensaio

(NBR – 15845, 2010). Anexo G (normativo) – Módulo de ruptura (flexão por carregamento em quatro pontos) - Método de ensaio

(NBR – 15845, 2010). Anexo H (normativo) – Resistência ao impacto de corpo duro –
Método de ensaio

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SBG/Núcleo Nordeste, Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, 1977, Campina Grande. *Boletim de Resumos...* Campina Grande – PB, p. 363-391. 1977.

AMARAL, P. G. Q. Caracterização Radiométrica e de Exalação de Radônio em Rochas Ornamentais Silicáticas Beneficiadas no Estado do Espírito Santo. 2011. 193 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 2011.

ARTHAUD, M.H.; CABY, R.; FUCK, R.A.; DANTAS, E.L.; PARENTE, C.V. (2008). Geology of the northern Borborema Province, NE Brazil and its correlation with Nigeria, NW Africa, *In*: Pankhurst, R.J.; Trouw, R.A.J.; Brito Neves, B.B.; De Wit, M.J. (eds.) *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region*. Geological Society, London, Special Publications, vol. 294, p. 49-67.

ASTM – American Society for Testing and Materials (1990): Standard Test Method for Laboratory Determination of Pulse Velocities and Ultrasonic Elastic Constants of Rock – D2845. Philadelphia, USA.

ASTM – American Society for Testing and Materials, C-615 (1992). Standard Specification for Granite Dimension Stone.

AZEVEDO, LEILIANE RUFINA PEREIRA. Emissão de radônio em rochas ornamentais e para revestimento do estado do Ceará, Brasil / Leiliane Rufina Pereira de Azevedo. – Rio Claro : [s.n], 2013 185 f. : il., figs., gráfs., tabs.

BRITO NEVES, B. B. 1995. Crátons e faixas móveis. Boletim IG-USP, Série didática, V. 7; 187 p.

CAVALCANTE, J.C.; VASCONCELOS, A.M.; MEDEIROS, M.F.; PAIVA, I.P.; GOMES, F.E.M.; CAVALCANTE, S.N.; CAVALCANTE, J.E.; MELO, A.C.U.; DUARTE NETO, V.C.; BENEVIDES, H.C. (2003). Mapa Geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500.000. Fortaleza, *Ministério das Minas e Energia Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais*.

CICCU, R. *et al.* Valutazione Sperimentale Delle Caratteristiche di lavoro Degli Utensili Diamantati. In: CONGRESSO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE MINAS, 4., 1996, Canela. Anais... Canela: SBGE, 1996, p. 131-139.

COSTA, M.J.; FRANÇA, J.B. De; Bacciegga, I.F.; Habekost, C.R.; Cruz, W.B. da. 1973. *Geologia da Bacia Jaibaras: Ceará, Piauí e Maranhão. Projeto Jaibaras. DNPM/CPRM. Fortaleza, Vol.1 e 2.*

CRESPO, A. Novas tecnologias para extração de rochas ornamentais. Rochas e Equipamentos, Lisboa, n. 24, p. 122-136. Portugal. 1991.

FERNANDES, T. W. G. Diagnóstico da Cadeia Produtiva de Rochas Ornamentais e de Revestimentos do Estado do Ceará: mineração serrarias, marmorarias e desafios do Setor. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 122 p. 2004.

FETTER A.H., *et al.* Evidence for Neoproterozoic Continental Arc Magmatism in the Santa Quitéria Batholith of Ceara State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the Assembly of West Gondwana. Gondwana Research, Osaka, v. 6, n.2, p. 265-273, 2003.

FETTER, A. H. U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal framework and geologic history of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications

for the assembly of Gondwana. 164p. 1999. Tese (Doutorado) – Dep. of Geology, Kansas University. 1999.

FIEC – Federação das Indústrias do Estado do Ceará. 2009. Estudo Setorial – Rochas Ornamentais – Dezembro/2012. Disponível em:

<<http://www.fiec.org.br/cin/principal/estatisticas/documents/rocha2012.pdf>>

Acesso em: 22 jan 2013.

FRASCÁ, M. H. B.de O. 2003. *Estudos experimentais de alteração acelerada em rochas graníticas para revestimento*. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. São Paulo, 264 pp.

HIBBARD, M.J. Petrography to petrogenesis. USA.1995. p. 596.

ISRM – International Society of Rock Mechanics. Suggested methods for the determining the uniaxial compressive strength and deformability of rocks materials. International Journal of Rock Mechanics, Nova York, v. 16, Abstract, 1979.

MABESOONE, J. M.; BEURLIN, K.; RAND, H. M. 1971. *Geologia da Bacia de Jaibaras (Ceará)*. Universidade Federal de Pernambuco, Instituto de Geociências. Série B: Estudos e Pesquisas, 2: 1-116.

MATTOS, I. C. Geologia, petrografia, geoquímica, comportamento físico-mecânico e alterabilidade das rochas ornamentais do stock granítico Serra do Barriga, Sobral (CE). 2005. 260 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP. 2005.

MELO, K. E. V. & CASTRO, L.M. 1989. *Avaliação econômica dos granitos do Ceará*. MME/CEMINAS. Fortaleza, 114 pp.

MENDES, V. A. Pesquisa geológica do potencial regional de rochas ornamentais. In: SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, 5. 2005. Recife. *Anais...Recife* (Editor: J. C. Souza; R. Neves; Recife PPGE Minas/SBG). p. 225-229. Recife - PE. 2005.

MORAES, M.C. & RODRIGUES, E.P. Exemplo de Aplicação de Coloração Seletiva de Feldspato Potássicos e Cálcicos, como Técnica Auxiliar no Estudo de Rochas. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 21. 1978. Blumenau, Anais....Blumenau: v. 24, n. 97, p. 32-35, 1978.

NASCIMENTO, D. M. 2014. Caracterização Tecnológica de um Ultramilonito da Região de Marco – CE. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará. 70p.

NAVARRO, F. C. Granitos Ornamentais: análise petrográfica na previsão do comportamento físico e mecânico. In: CONGRESSO URUGUAYO DE GEOLOGIA, 2, 1998, Punta del Leste. *Anais....* Montevideo: SUG, 1998, p. 103-107.

NOGUEIRA NETO, J.A., Evolução geodinâmica das faixas granulíticas de Granja e Cariré, extremo Noroeste da Província Borborema. 2000. 239 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional), Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

NOVAIS, F.R.G., BRITO NEVES, B. B. DE & KAWASHITA, K. 1979. Reconhecimento cronoestratigráfico da região noroeste do Ceará. In: “Simp. Geol. Nordeste” 9 Natal. Atas ... Fortaleza, Bol. Soc. Bras. Geol. Núcleo Nordeste 7: 93-110.

RODRIGUES, E. P.; CHIODI FILHO, C.; COUTINHO, J. J. M. Importância da petrografia para a previsão do comportamento e da durabilidade de rochas ornamentais. Revista Rochas e Equipamentos, Lisboa, v. 47, 2p. 1997.

RODRIGES, E.P.; COUTINHO, J.M.V.; CHIODI FILHO, C., 1996; Petrografia microscópica: uma visão do passado, presente e futuro da rocha ornamental. São Paulo: Rochas de Qualidade. n. 127, p. 80-84.

SALES; F. A. C. B. & MORAIS, J. O. Proposta metodológica de pesquisa para rochas ornamentais. In: SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, 4, 2003, Fortaleza – CE. *Anais...* Fortaleza – CE: (Editor: F. W. H. Vidal; M. A. B. Lima; Rio de Janeiro, CETEM/SBG), 2003, p. 2-12.

SANTOS, T.J.S.; NOGUEIRA NETO, J.A.; FETTER, A.H.; HACKSPACHER, P.C. (2001). Petrografia e Litogeoquímica das Rochas do Embasamento Cristalino da Região de Granja, CE. *Revista de Geologia da Universidade Federal do Ceará (UFC)*, vol.14, pp.33-48.

SANTOS, T.J.S. dos, 1999. *Evolução tectônica e geocronológica do extremo noroeste da Província Borborema*. Tese de doutoramento em Geologia Regional Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, São Paulo, 186 p.

SMALL, H. L. 1914. *Geologia e Supprimento d'Água subterrânea no Piauhy e parte do Ceará*. Ministério da Viação e Obras Públicas. Inspectoria de Obras Contra as Secas. Série I.D. Geologia. Rio de Janeiro, 169pp. (Publicação 32).

VAUCHEZ, A.; NEVES, S.; CABY, R.; CORSINI, M.; EGYDIO SILVA, M.; ARTHAUD, M.; AMARO, V. (1995). The Borborema shear zone system, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 8, p. 247-266.

Capítulo 4:

Resumo: **SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS
EM GOIÁS: ASPECTOS PRELIMINARES**

X SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE

5-7 de novembro de 2019, Fortaleza – CE

SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM GOIÁS: ASPECTOS PRELIMINARES

Márcio Henrique Alves¹, Giselle Paula Guimarães Castro², Sólon Bevilacqua³, José de Araújo

Nogueira Neto⁴

¹Eng. Civil, Pós-Graduação em Eng. de Produção, FCT-UFG, marcio.alves@ufg.br

²Eng. Civil, Pós-Graduação em Eng. de Produção, FCT-UFG

³Economista, FCT-UFG

⁴Geólogo, FCT-UFG

O estado de Goiás tem vasto campo a ser explorado na área da gestão de produção do setor mineral, uma vez que apresenta um potencial mineral enorme. Contudo, responde de maneira tímida na produção de rochas ornamentais no Brasil, produzindo em torno de 200.000 toneladas, com destaque para os granitos, quartzito e serpentinito. Mesmo com sua imensa fonte de material, Goiás ainda não configura entre os dez principais exportadores brasileiros de rochas ornamentais.

O presente trabalho objetiva caracterizar e analisar soluções de viabilidade da exploração de granitos ornamentais no estado de Goiás, visto que o sistema minerário brasileiro necessita de adequações para incremento das atividades produtivas do setor, com a identificação de ações voltadas ao desenvolvimento e eficiência da produção dos granitos para exportação.

As soluções de logística e adequação para o mercado de exportação, bem como empreender em novas soluções de transporte do material, são fatores marcantes para o crescimento do setor. O estado, por se posicionar distante dos principais portos, depende muito da malha viária para viabilidade de venda dos produtos, de modo que o alto custo de transporte acaba sendo um impasse para as empresas de mineração ali instaladas. Por outro

lado, uma nova ferrovia vem sendo implantada, denominada de “Ferrovia Norte Sul”, poderá viabilizar de maneira significativa a questão de transporte, ensejando novas perspectivas para o mercado de exportação e importação na região.

Os estados de Espírito Santo, Minas Gerais e Ceará são importantes polos de produção de rochas ornamentais no Brasil (ABIROCHAS, 2018), para comercialização em blocos, é registrado um comportamento empreendedor maior que na região centro oeste do país. Além disso, este comportamento está associado à utilização de alta tecnologia para extração, que proporciona uma maior exportação, resultando em um arranjo setorial qualificado, reduzindo custos e aumentando eficácia geral da produção (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2018).

Em Goiás foram requeridos nos últimos dois anos, mais de 160 pedidos de extração de minerais no estado, mas nota-se que apenas um pouco mais de uma dezena de pedreiras encontra-se em produção. Tal comportamento é decorrente de gargalos que o setor encontra na fase de pesquisa, comprometendo as etapas posteriores que levam efetivamente a extração de material.

Objetivamos caracterizar os processos em nível de extração e beneficiamento, propondo possíveis caminhos de melhor utilização dos recursos e estabelecer componentes estratégicos para expansão através de redes e cooperativas. Concluímos que um movimento em prol da formulação de modelos de desenvolvimento viabiliza uma relação harmônica entre os fatores econômicos sociais e ambientais atreladas ao processo da produção mineral, deste modo, segundo Quelhas, Filho e Meiriño (2008) existe a necessidade de desenvolver o processo de inovação e com relação a sustentabilidade, construir conceitos e ideias estratégicas do ponto de vista econômico, através de modelos de produção respeitando os recursos ambientais e os sistemas de regulação, tornando peça fundamental no processo de crescimento do setor no país.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS - ABIROCHAS. **O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais**. Brasília, 2018, 34 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2018.

QUELHAS, O. L. G.; FILHO, C. A.; MEIRIÑO, M. J. Responsabilidade Social, Ética e Sustentabilidade na Engenharia de Produção. In: BATALHA, Mário Otávio (Org.). **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 273-303.

PALAVRAS-CHAVE: Ornamentais, Granito, Goiás.

Capítulo 5:

Pôster: **SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS
EM GOIÁS: ASPECTOS PRELIMINARES**



SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM GOIÁS: ASPECTOS PRELIMINARES

Márcio Henrique Alves/Pós-Graduação em Eng. de Produção/Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Goiás/marcio.alves@ufg.br
Giselle Paula Guimarães Castro/ Pós-Graduação em Eng. de Produção/Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Goiás/gisapgc@gmail.com
José de Araujo Nogueira Neto/Geólogo/ Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Goiás / jose.araujo@ufg.br
Sólon Bevilacqua/Economista/ Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Goiás / solbev@gmail.com

Introdução

Ao longo da história os minerais tiveram papel fundamental no avanço da indústria e da tecnologia, os minerais com valor econômico são conhecidos como minérios, recursos estes que estão presentes no nosso dia a dia e impactam diretamente na nossa economia.

O estado de Goiás tem vasto campo a ser explorado na área da gestão de produção do setor mineral, uma vez que apresenta um potencial mineral enorme. Contudo, responde de maneira tímida na produção de rochas ornamentais no Brasil, produzindo em torno de 39.688 toneladas ano, com destaque para os granitos, quartzito e serpentinito. Mesmo tendo todo esse potencial o estado ainda não figura entre os principais exportadores de rochas ornamentais do país.

Objetivo

- Caracterizar e analisar soluções de viabilidade da exploração de rochas ornamentais no estado de Goiás.

Objetivos Específicos

- Caracterizar os processos em nível de extração e beneficiamento;
- Propor possíveis caminhos de melhor utilização dos recursos;
- Estabelecer componentes estratégicos para a expansão através de redes e cooperativas.

Metodologia

Em relação ao método de estudo adotado trata-se de uma pesquisa exploratória, por meio de fontes primárias e secundárias. As fontes primárias da pesquisa foram obtidas por meio da interação das atividades de campo-laboratório-gabinete, explorando a caracterização dos métodos de extração e lavra de acordo com o mercado de exportação de rochas ornamentais no estado de Goiás. Já os dados secundários têm suas origens em pesquisas bibliográficas.

Resultados e Discussão

É preciso intensificar investimentos em infraestrutura, tecnologia, recursos humanos e ações governamentais para estabelecer um arranjo produtivo qualitativo, Espírito Santo, Minas Gerais e Ceará registram um comportamento empreendedor maior que na região centro oeste do país (ABIROCHAS, 2018), este comportamento está associado à utilização de alta tecnologia para extração, que proporciona uma maior exportação, resultando em um arranjo setorial qualificado, reduzindo custos e crescendo eficácia geral da produção (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2018).

Ano	Produção (t)	(%)	Comercialização (t)	(%)
2013	67.865	100,00	67.366	100,00
2014	62.057	91,44	58.386	86,67
2015	70.528	103,92	64.823	96,23
2016	57.241	84,35	67.231	99,80
2017	39.688	58,48	34.095	30,75

Tabela 1: Produção e Comercialização de rochas ornamentais em Goiás.
Fonte: Superintendência DNPM-GO

Conclusão

A rica natureza goiana presente no estado de Goiás apresenta uma diversidade de rochas com enorme potencial de rochas ornamentais constituem uma verdadeira dádiva da natureza, no entanto ainda corresponde de maneira tímida, exportando pedra bruta ou diminuído seu potencial de utilização, essa forma antieconômica carece de novos impulsos, novas políticas, essa pedra bruta precisa ser lapidada para aprimorar o mercado e potencializar sua utilização.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS - ABIROCHAS. **O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais**. Brasília, 2018, 34 p.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Desempenho do Setor Mineral: 36 Anos**. Brasília, 2018, 278 p.

REALIZAÇÃO:



Capítulo 6:

Resumo: **Importações e Exportações Brasileiras de Rochas Ornamentais: Um Balanço do Impacto no Mercado Devido ao Covid-19**



III Encontro Goiano de Estudos em Engenharia de Produção
"Soluções da Engenharia de Produção para a crise da COVID-19"
22 a 25 de setembro de 2020.

Importações e exportações brasileiras de rochas ornamentais: Um balanço do impacto no mercado devido ao Covid-19

Márcio Henrique Alves (e-mail) – UFG; Diorgenes dos Santos (diorgenes.santos@ufg.br) -
UFG

Resumo: O presente trabalho apresenta um breve contexto histórico, métodos e procedimentos do mercado de exportações do Brasil referente ao setor de rochas ornamentais. Caracterizamos os impactos e crise gerados pela pandemia global do COVID-19, constatando expressiva queda nas exportações. Os períodos analisados são: o primeiro semestre de 2018 (1S18,) comparado com o primeiro semestre de 2019 (1S19), comparado com o primeiro semestre de 2020 (1S20), época em que ocorreu o início da pandemia, e apresentamos números e detalhamos as diferenças que ocorreram neste intervalo de tempo. Apresentamos um breve contexto do que pode acontecer nos próximos momentos do setor em uma indicação de extensão da crise devida à pandemia.

Palavras-chave: **Pandemia; COVID-19; Rocha; Ornamental; Exportação.**

Área/Subárea: Engenharia Econômica

1. Introdução

O mercado de rochas ornamentais tem uma grande demanda global, sendo que os países desenvolvidos são os principais importadores, e os países em desenvolvimento como o Brasil, os principais exportadores (SINDIROCHAS, 2019).

O ano de 2020 foi marcado pelo surgimento de uma nova doença de alcance global, e a China foi o primeiro país a ser afetado pelo coronavírus (COVID-19). O primeiro caso, em Wuhan, ocorreu por volta de dezembro de 2019. Os governos dos países afetados tomaram medidas para conter o avanço da doença, que incluíram o fechamento de aeroportos, portos, ferrovias e rodovias, *lockdowns* que causaram grande impacto na economia global. (Ozili et al, 2020). Todos os países foram infectados, em tempos diferentes, e cada um teve uma política de combate ao vírus diferente, o que resultou em diferentes curvas de casos confirmados.

O presente estudo pretende analisar os impactos da pandemia de Covid-19 no setor de rochas ornamentais brasileiro, através da análise de dados do comércio exterior do Ministério da Economia com os dados oficiais da pandemia da John Hopkings University, situada em Baltimore - EUA.

2. Métodos

A metodologia consistiu em coleta de dados da plataforma Comex Stat, do Ministério da Economia. Essa plataforma divulga mensalmente os dados de importação e exportação do

comércio exterior brasileiro, divididas em diversas categorias, por país e por categoria fiscal, notadamente, a Classe (SH4), a Subposição (SH6), e a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Com os dados em mãos, foram confeccionadas tabelas e gráficos para melhor visualização.

Os dados sobre Covid-19 utilizados foram obtidos através do Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE), da Johns Hopkins University, obtidos através da plataforma GitHub.

Os períodos analisados foram o primeiro semestre (janeiro a junho) de 2018, 2019 e 2020. Esses períodos serão denominados 1S18, 1S19 e 1S20, respectivamente. Valores de preço médio e suas variações também foram calculados para os períodos investigados, e separados por país, a fim de identificar participantes principais nos resultados apresentados.

Para compor a base dados de rochas ornamentais, separamos esse setor em cinco categorias: 1. Rochas Carbonáticas Brutas; 2. Rochas Silicáticas Brutas; 3. Rochas Carbonáticas Manufaturadas; e 4. Rochas Silicáticas Manufaturadas e 5. Ardósia e Outras.

3. Resultados Obtidos ou Esperados

As exportações brasileiras no 1º trimestre de 2020 teve balanço negativo comparado ao mesmo período de 2019, atingiram US\$200,3 milhões e 426,1mil t, o preço médio recuou em 4,9% resultado da pandemia do Covid-19 e da alta do dólar no período, que afetaram diretamente os principais países exportadores e importadores.(ABIROCHAS, 2020)

Destaque para os mármore, mesmo com uma base considerada baixa de 3,9 milhões e 9,5 mil t, registraram variação positiva em valor, peso e preço médio. (ABIROCHAS, 2020)

As exportações mais afetadas foram de rochas processadas, com uma grande queda de 13,2% no faturamento, 8,8% no volume físico e 4,8% no preço médio.

Os EUA ainda são nossos maiores consumidores, as exportações para os americanos foram totalizadas em US\$ 118,3 milhões compondo um total de 59,1% das nossas vendas. China e Itália respectivamente com valores bem próximos consolidam respectivamente nossos maiores compradores, a China tem apenas 11,1% da participação (SINDIROCHAS, 2020).

As exportações de materiais rochosos artificiais de revestimento foram baixas também somando apenas US\$ 3 milhões e 5,3mil t, sendo os EUA o maior exportador também desse segmento, em compensação os materiais artificiais tiveram saldo positivo, somaram US\$14,6 milhões e 25,2 mil t, variando positivamente 11% e 24,3%, os maiores consumidores foram respectivamente, China, Espanha, Grécia, com grande destaque da China (SINDIROCHAS, 2020).

4. Considerações Finais

É notório os impactos do atual momento que o mundo está vivendo o setor foi bastante prejudicado, o setor enfrenta dificuldades em todos os países, a queda geral dos preços podem comprometer diretamente o setor, podendo tirar várias empresas do mercado, é importante relatar que são dados ainda no período de início da pandemia no Brasil e que passaremos ainda por quedas eminentes no setor, os produtos artificiais parecem estar cada vez mais sendo o protagonista substituindo cada vez mais os produtos naturais no mercado interno.

5. Referências Bibliográficas

OZILI, Peterson K; ARUN, Thankom. Spillover of COVID-19: Impact on the Global Economy. **SSRN Electronic Journal**, Estados Unidos, p. 1 - 27, 30 mar. 2020. DOI <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3562570>. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3562570>. Acesso em: 27 jul. 2020.

SINDIROCHAS - SINDICATO DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **Exportações de Rochas:** 2020 junho. Itapemirim-ES, 2020. Disponível em: <https://www.sindirochas.com/downloads/relatorios/exportacoes-sindirochas-junho-2020.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2020.

ABIROCHAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS (2020). **Síntese das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais no Período Janeiro-Março de 2019.** Brasília, 2019. Disponível em: https://www.abirochas.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Informe_02_2019_1Trimestre.pdf. Acesso em: 28 jul. 2020.

3.Considerações Finais

A queda geral dos preços pode comprometer diretamente o setor de rochas ornamentais, podendo tirar várias empresas do mercado, é importante relatar que são dados ainda no período de início da pandemia no Brasil (primeiro semestre do ano de 2020), os produtos artificiais parecem estar cada vez mais sendo o protagonista substituindo cada vez mais os produtos naturais no mercado interno, a China vem apresentando protagonismo com a relação aos produtos artificiais.

As quedas nas importações de materiais rochosos naturais somaram US\$ 5,3 milhões e 10 mil toneladas no primeiro semestre de 2020, mostrando uma alternância de mercado para as rochas artificiais.

Em se tratando dos materiais naturais, ocorre crescimento do volume importado de rochas Silicáticas Manufaturadas. Produtos como granitos de superfície lisa têm tido preferência de mercado, o preço médio das importações também apresentou queda em torno de 4,1% em relação ao período estudado.

As exportações também apresentaram grande queda, as rochas Carbonáticas Brutas (mármore, granitos belgas) apresentam variações positiva no período analisado, mostrando uma tendência de mercado.

Os Estados Unidos, Itália e China continuam sendo os principais importadores de rochas ornamentais brasileiras.

As rochas artificiais tendem a aumentar suas vendas cada vez mais, em virtude disso é indicativo de que as rochas artificiais aumentem sua produtividade no Brasil.

Em Goiás, com a implantação da Ferrovia Norte-Sul e a Plataforma Logística Multimodal de Anápolis, os goianos devem expandir suas exportações, um dos maiores gargalos do mercado goiano de rochas ornamentais é o setor de logística, com essas novas possibilidades de uso para encaminhamento para os portos, o mercado deve se fortalecer.

O ultramilonito Green Galaxy apresenta boas características físico-mecânicas, e destaca-se sua matriz fina com alguns cristais esbranquiçados de quartzo e feldspatos que agregam valor de mercado, tem boa viabilidade de exportação para países de clima quente e frio o que viabiliza uma grande amplitude comercial para o produto.

Devido a sua recristalização do quartzo, os resultados para caracterização de sua resistência do Green Galaxy, apresentou resultados positivos, durante o processo de

congelamento e degelo, apresentou resultados ainda mais satisfatórios, estabelecendo assim possibilidade de ser comercializado em regiões com climas quentes ou frios.