

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

INGRID DA SILVA TEIXEIRA

**PETROGRAFIA APLICADA AO POTENCIAL ORNAMENTAL DE
CORNUBIANITOS E GRANITOS A SE DA VILA DO IBARÉ, LAVRAS DO SUL, RS**

CAÇAPAVA DO SUL

2022

INGRID DA SILVA TEIXEIRA

**PETROGRAFIA APLICADA AO POTENCIAL ORNAMENTAL DE
CORNUBIANITOS E GRANITOS A SE DA VILA DO IBARÉ, LAVRAS DO SUL, RS**

Trabalho acadêmico apresentado ao curso de Geologia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Matté

**CAÇAPAVA DO SUL
2022**

INGRID DA SILVA TEIXEIRA

**PETROGRAFIA APLICADA AO POTENCIAL ORNAMENTAL DE
CORNUBIANITOS E GRANITOS A SE DA VILA DO IBARÉ, LAVRAS DO SUL, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geologia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Geologia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em:

17 de março de 2022.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vinicius Matté
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Dr. Igor Magalhães Clemente
UNIPAMPA

Geólogo Lucas Martini



Assinado eletronicamente por **VINICIUS MATTE, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/03/2022, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

Assinado eletronicamente por **IGOR MAGALHAES CLEMENTE, PROFESSOR DO MAGISTERIO**



SUPERIOR, em 24/03/2022, às 13:37, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **Lucas Martini, Usuário Externo**, em 25/03/2022, às 14:07, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0763949** e o código CRC **4AC308F3**.

Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

T266p Teixeira, Ingrid da Silva
PETROGRAFIA APLICADA AO POTENCIAL ORNAMENTAL DE
CORNUBIANITOS E GRANITOS A SE DA VILA DO IBARÉ, LAVRAS DO
SUL, RS / Ingrid da Silva Teixeira.

29 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade
Federal do Pampa, GEOLOGIA, 2022.

"Orientação: Vinicius Matté".

1. Geologia. 2. Rocha Ornamental. 3. Exploração. 4.
Análise Petrográfica. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a essa Universidade que me acolheu, oferecendo ensino de qualidade de graça e, ainda, perto da minha cidade.

Agradeço ao meu Orientador Vinicius Matté, que não mediu esforços para ajudar sempre que solicitado. Além de embarcar nesse tema e me acompanhar no tão sonhado campo do TCC no Ibaré.

Agradeço à minha banca examinadora, formada pelo Prof. Igor e pelo Geol. Lucas Martini, que aceitaram avaliar meu trabalho e colaboraram com dicas para trabalhos futuros. Aproveito também, para agradecer a todos os professores, técnicos e funcionários que passaram por mim durante esses longos anos, cada um teve sua parcela de importância na minha formação.

Aos meus pais, toda gratidão do mundo. A minha mãe Tita, que sempre colaborou, incentivou, me deu forças para seguir e foi o alicerce que me fez chegar onde cheguei. E ao meu pai Batista, que me apresentou a geologia, colaborando com minha formação, sendo um dos meus grandes entusiastas.

Ao meu namorado Eduardo, que chegou na minha vida junto com a faculdade e acompanhou toda essa trajetória, me dando força e calma para prosseguir vencendo os inúmeros desafios.

Agradeço também à minha amiga Josiely, que compartilha de todos os momentos da minha vida e vibra com cada um deles como se fossem dela. À minha amiga Laila, que esteve comigo durante um bom período do curso, agora continuamos compartilhando nossas vidas e torcendo uma pela outra. Agradeço a minha amiga e agora colega de profissão Adriely, sempre disposta a ajudar, compartilhando todo o seu conhecimento comigo.

Um agradecimento especial à minha Galena, que inclusive acompanhou até minha defesa de TCC, além das aulas remotas. Ou então, das festas a cada chegada após um dia inteiro de campo, recarregando minhas energias.

Por fim, meu agradecimento e carinho às empresas Águia e Fida, que colaboraram com a minha formação me proporcionando bons estágios.

RESUMO

O Brasil possui um papel importante no mercado das rochas ornamentais, sendo um dos principais exportadores deste material no mundo, o que faz com que as demandas aumentem cada vez mais, sempre na procura por novas áreas com potencial econômico, de acordo com cores, padrões desejados e viabilidade, para uso na construção civil, revestimentos, calçamentos, bancadas, entre outras possibilidades. Neste trabalho o objetivo foi o mapeamento e o detalhamento petrográfico de uma área com potencial para exploração de rochas ornamentais, onde já houve exploração anteriormente sem grandes controles geológicos, e atualmente se tratando de uma pedreira inativa. A área de estudo localiza-se no interior do município de Lavras do Sul, na região do Ibaré, cerca de 365 quilômetros de Porto Alegre, compreendendo o Granito Jaguari e o Complexo Ibaré, na porção sudoeste do Escudo Sul Riograndense. A mineralogia constituinte do Granito Jaguari é típica, formada basicamente por feldspato alcalino, quartzo e biotita, de granulometria grossa. Já a mineralogia do Cornubianito é composta por actinolita, biotita, quartzo e, em alguns pontos, plagioclásio, identificados apenas microscópicamente. Em ambas as rochas, não foram encontradas microfissuras, e o grau de alteração é baixo. No estudo foi separada a área em duas partes, a região nordeste que possui veios mais evidentes e com dobras, e a região sudoeste com veios menores e sem a presença de dobras. Com o estudo petrográfico e mapeamento destas unidades geológicas, se observou que existem novas áreas propícias à exploração, além de diferenças significativas nas amostras da parte sul e norte da região estudada.

Palavras-chave: exploração mineral; petrografia ígnea; petrografia metamórfica; metamorfismo de contato; rocha ornamental.

ABSTRACT

Brazil plays an important role in the ornamental rock market as one of the world's leading exporters of this material, which causes an improvement in demand all the time, as the country looks for new areas with economic potential based on colors, patterns, and preferences. The goal of this work was to map and detail a petrográfico area with potential for ornamental rock exploration, where there had previously been exploration without strong geophysical controls, and where we are now dealing with an inactive quarry. The area of study is located in the interior of Lavras do Sul municipality in the region of Ibaré, approximately 365 kilometers from Porto Alegre, including the Granito Jaguari and the Complexo Ibaré, on the southeast of Riograndense Escudo Sul. The mineralogy of the Granito Jaguari is typical, consisting primarily of alkaline feldspar, quartz, and biotite in large granulometry. Cornubianito's mineralogy is made up of actinolite, biotite, quartz, and, in some places, plagioclase, which can only be identified microscopically. There were no microcracks found in either rock, and the degree of change was low. The area was divided into two parts: the northeast region, which possessed the most evident folds, and the southeast region, which did not have folds. With the petrográfico study and mapping of these geophysical units, it was discovered that there are new areas to explore, as well as significant differences in the studied region's southeast and northeast.

Key words: mineral exploration; igneous petrography; metamorphic petrography; contact metamorphism; ornamental rock.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Mapa de localização e situação da área de estudo no município de Lavras do Sul/RS.....	9
FIGURA 2: Mapa de localização da área de estudo em relação ao Ibaré.....	10
FIGURA 3: Mapa de localização, de pontos, de amostragem e laminação da área de estudo.....	11
FIGURA 4: Mapa geológico da região, com destaque para a área de estudo. No Complexo Ibaré em degradê levando em consideração o grau metamórfico, onde a coloração mais forte indica um grau maior.....	13
FIGURA 5: Tipos de contatos entre os grãos.....	16
FIGURA 6: Frente de lavra abandonada do Granito Jaguari.....	19
FIGURA 7: Aspectos macroscópicos do Granito Jaguari. A) Superfície sem polimento; B) Superfície polida.....	19
FIGURA 8: Aspectos microscópicos do Granito Jaguari com Pl (plagioclásio), Qz (quartzo) e Bi (biotita). A) Microfotografia com nicóis descruzados; B) Microfotografia com nicóis cruzados.....	20
FIGURA 9: A) Frente de lavra abandonada do cornubianito. As marcas marrons são formadas pelo escorrimento de água; B) Afloramento do tipo lajeado do cornubianito, em meio à mata; C) Amostra de mão destacando a coloração e a foliação metamórfica e finos veios de quartzo.....	22
FIGURA 10: Aspectos microscópicos do cornubianito (nordeste). A) Microfotografia da lâmina com nicóis descruzados, contendo actinolita (verde), quartzo (incolor), biotita (marrom claro a escuro) e opacos. B) Microfotografia da lâmina com nicóis cruzados.....	24
FIGURA 11: Aspectos microscópicos do cornubianito (sudeste). A) Microfotografia da lâmina com nicóis descruzados, onde observa-se actinolita (verde), quartzo (incolor), biotita (marrom claro a escuro) e opacos, com um veio vertical de epidoto ao centro da imagem. B) Microfotografia da lâmina com nicóis cruzados. O veio de epidoto fica destacado por conta das maiores cores de interferência.....	25
FIGURA 12 - Imagem mostrando a área mais propícia (direita) para exploração em relação a toda a área de estudo (esquerda).....	27

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS.....	7
2.1 Objetivo Geral.....	7
2.2 Objetivos Específicos.....	8
3 JUSTIFICATIVA.....	8
4 ÁREA DE ESTUDO.....	8
4.1 Localização e vias de acesso.....	8
5 CONTEXTO GEOLÓGICO.....	11
5.1 Geologia regional.....	11
5.2 Geologia local.....	12
5.2.1 Complexo Ibaré.....	13
5.2.2 Granito Jaguari.....	14
6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
6.1 Análise petrográfica.....	15
6.2 Trabalhos anteriores aplicados.....	16
7 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
8.1 Análise Petrográfica.....	18
8.1.1 Granito Jaguari.....	18
8.1.2 Cornubianito.....	21
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
11 REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS), as exportações de rochas ornamentais no país continuam sendo expressivas em 2021, com um aumento significativo em relação ao ano de 2020. Neste ano, entre os meses de janeiro e maio, foram exportados um volume de cerca de 865,5 mil toneladas de rochas na forma de blocos e chapas, o que rendeu em torno de US\$ 446,6 milhões.

Para que uma rocha possa ser considerada ornamental, existem parâmetros e características que essas devem possuir, passando por uma série de análises e testes que confirmem o seu potencial. Esses testes são na forma de ensaios tecnológicos, que indicam as características físico-mecânicas da rocha, e, a análise petrográfica que poderá auxiliar na determinação da qualidade da rocha para extração, beneficiamento e aprovação no uso, influenciadas pela sua paragênese mineral e textura (e.g. RENNER E PULZ, 2005).

Na região de Ibaré (município de Lavras do Sul, RS), existe um alto potencial para rochas ornamentais, contemplando o Granito Jaguari e as rochas metamórficas do Complexo Ibaré.

Existe um total de quatro frentes de lavra naquela região, todas desativadas, abertas pela empresa Cerro Negro, a qual não atua mais. Houve uma pequena comercialização de blocos do Granito Jaguari e de cornubianitos do Complexo Ibaré. Os negócios não continuaram devido ao fechamento da empresa e atualmente um novo grupo está planejando e adquirindo áreas para que se continue a extração e exportação de rochas ornamentais. Foram investigadas as frentes de lavra já abertas e áreas próximas que não foram utilizadas pela empresa, a fim de entender os padrões geológicos, através da análise petrográfica, para que melhor se avalie o seu potencial, diagnosticando em detalhe (escala métrica, de afloramento) as melhores áreas para futuras extrações.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como finalidade o estudo geológico, por meio de mapeamento e petrografia macro e microscópica, de rochas ornamentais na porção sudoeste do Granito Jaguari e nas suas rochas encaixantes, compostas por cornubianitos do Complexo Ibaré, com vistas a melhor interpretação do potencial econômico sua para exploração mineral.

2.2 Objetivos específicos

- i. Definir critérios prospectivos para futuras explorações de rochas ornamentais na região;
- ii. Identificar variações faciológicas nas rochas do Complexo Ibaré, de acordo com o seu grau de metamorfismo (de contato).

3 JUSTIFICATIVA

A identificação dos padrões petrográficos de uma área para fins de exploração de rochas ornamentais é de extrema importância, devendo ser feita da forma mais detalhada possível. Com a análise da mineralogia, das texturas, estruturas e volume, é possível definir se a extração é economicamente viável ou não, bem como identificar áreas para que se comecem novos projetos, visando sempre as melhores condições de aproveitamento dos blocos que serão beneficiados e, posteriormente, comercializados.

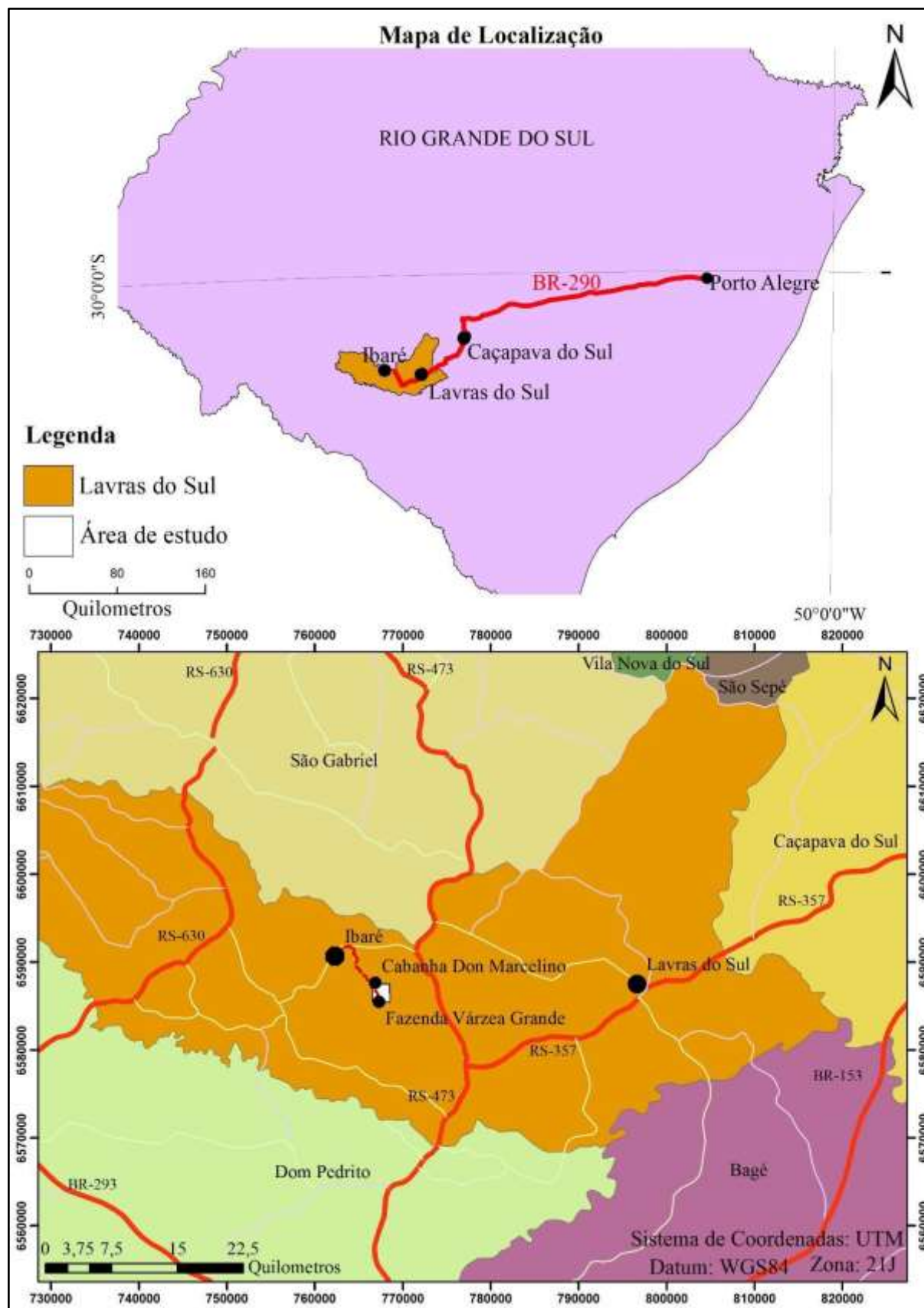
A autora deste trabalho é conhecedora da região, pois reside no Ibaré e fez parte da descoberta do potencial da área para rochas ornamentais, junto ao seu pai, portanto, tem uma certa afinidade com o tema e facilidade na logística para realização dos trabalhos de campo.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização e vias de acesso

A área de estudo fica a 365 quilômetros da capital do estado, Porto Alegre. Mais precisamente, localiza-se a sudeste da Vila do Ibaré (2º Distrito de Lavras do Sul), em uma pequena localidade chamada popularmente de “Forte” (Fig. 1).

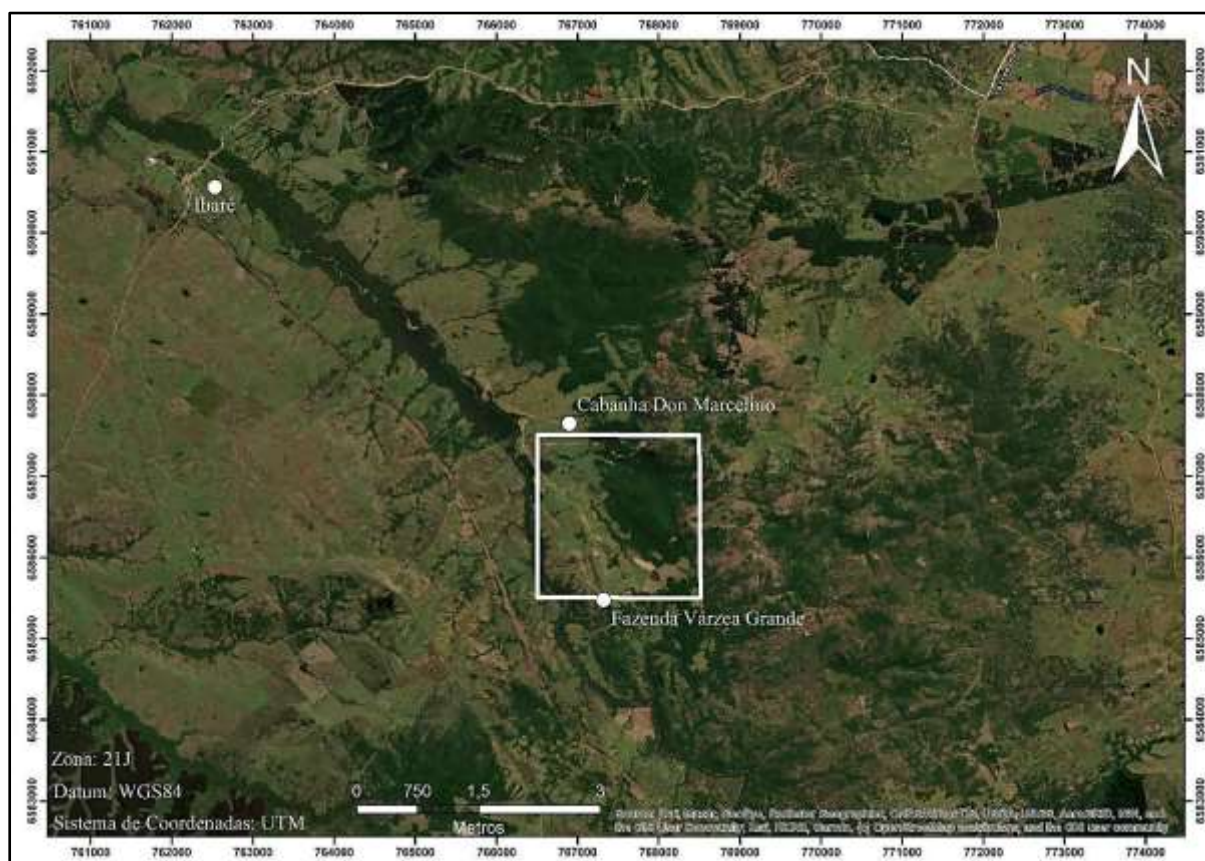
FIGURA 1 - Mapa de localização e situação da área de estudo no município de Lavras do Sul/RS.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2009.

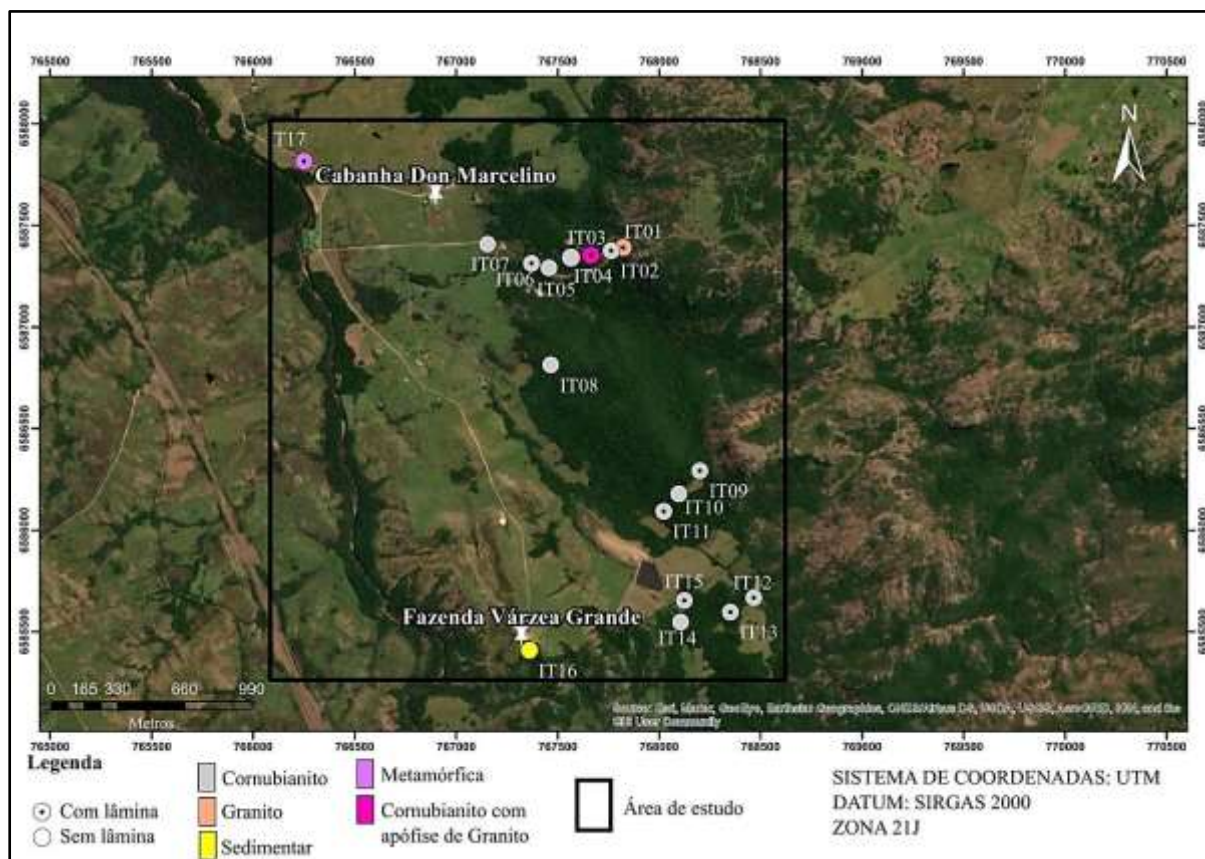
O percurso mais adequado para chegar na área, partindo de Porto Alegre, é percorrendo a BR-290 até o entroncamento com a BR-392 e seguindo por ela até Caçapava do Sul, logo, seguindo em direção a Lavras do Sul, pela RS-357. Depois de Lavras do Sul, segue-se em direção ao Ibaré, utilizando a estrada da Meia-Lua e um trecho da RS-473, até o entroncamento pegando a estrada do Ibaré. Chegando à entrada da Vila, utilizar a estrada secundária do Forte, em direção a Cabanha Don Marcelino e a Fazenda Várzea Grande.

FIGURA 2 - Mapa de localização da área de estudo em relação ao Ibaré.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2021.

FIGURA 3 - Mapa de localização, de pontos, de amostragem e laminação da área de estudo.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2021.

5 CONTEXTO GEOLÓGICO

5.1 Geologia Regional

A região de estudo é pertencente ao Escudo Sulrigrandense (ESrg), o qual possui aproximadamente 65.000 km² (CHEMALE JR., 2000) e é delimitado pela Bacia do Paraná a norte, sul e oeste e pela Bacia de Pelotas à leste. O ESrg constitui a porção sul da Província Mantiqueira (ALMEIDA & HASUI, 1984), é formado essencialmente por rochas proterozoicas e subdividido, de acordo com características geofísicas, geoquímicas, litológicas e estruturais, (HARTMANN et al., 1998), pelos terrenos Nico Pérez, São Gabriel, Tijucas, Pelotas e Punta del Este (KOESTER et al., 2021). Boa parte do ESrg foi originado durante ou logo após o Ciclo orogênico Brasileiro Panafricano. A área em estudo está inserida no limite entre os terrenos São Gabriel e Nico Pérez, praticamente sobre a Zona de

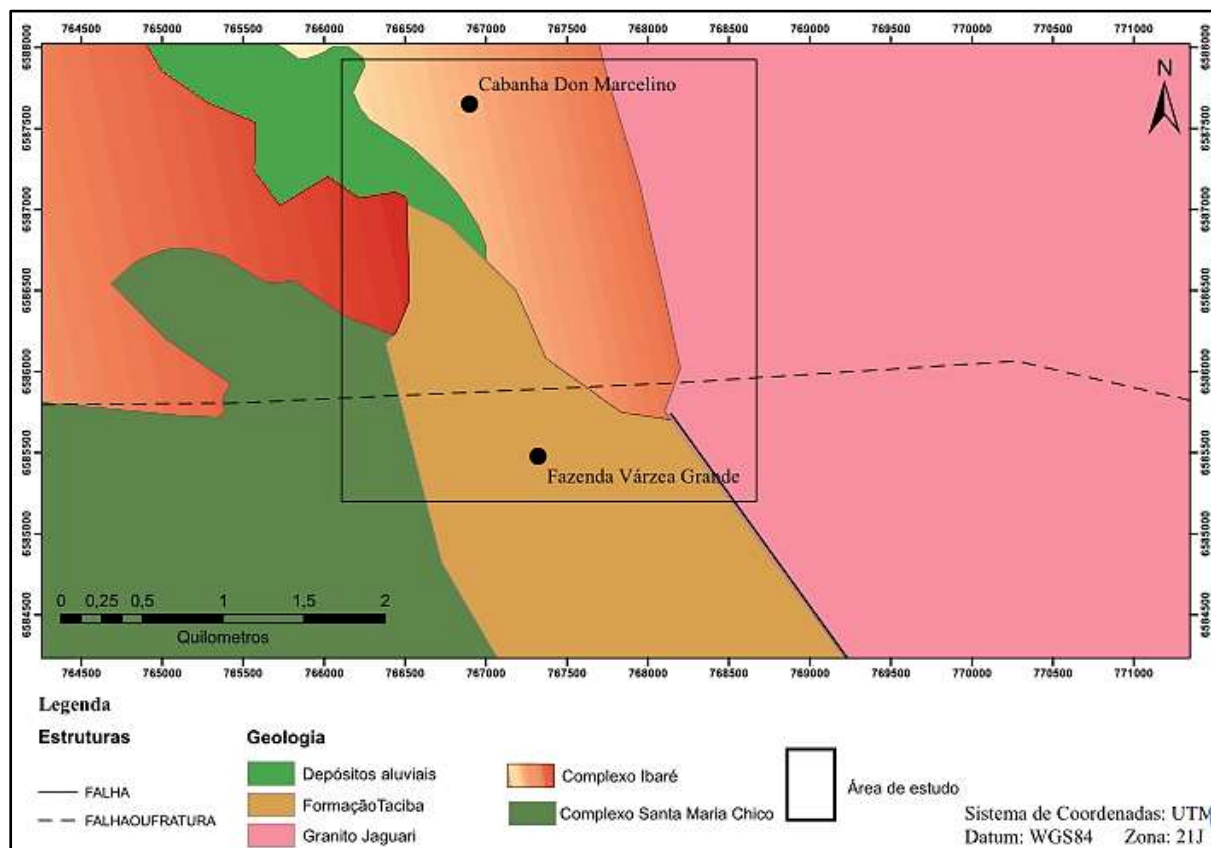
Cisalhamento Ibaré (também conhecido como Lineamento de Ibaré), estrutura esta que delimita o Terreno São Gabriel a norte e o Terreno Nico Pérez a sul.

5.2 Geologia Local

Segundo Filho (2004), a região de Ibaré é composta por rochas de idades pré-cambriana (Complexo Ibaré), neoproterozoica (Granito Jaguari) e permianas, marcada por restritas ocorrências de rochas da Formação Taciba (Grupo Itararé da Bacia do Paraná). O Complexo Ibaré é dividido em duas sequências, a Bela Vista e a Corticeira (NAUMANN, 1985; DNPM, 1989). Nas duas sequências ocorrem intrusões de corpos graníticos (Monzogranito Santa Rita e Granito Jaguari). Ainda, de acordo com Naumann (1985), existe na área nordeste do Complexo Ibaré, onde se encontram as rochas vulcano-sedimentares, uma auréola cornubianítica que foi formada através do monzogranito quando ocorreu a sua intrusão. A área de estudo se encontra no contato do Complexo Ibaré com o Granito Jaguari (Fig. 4).

A Formação Taciba nesta área é representada por depósitos horizontais de pelitos laminados, bem como por blocos erráticos pingados do Granito Jaguari, o que é uma evidência do ambiente glacial.

FIGURA 4 - Mapa geológico da região, com destaque para a área de estudo. No Complexo Ibaré em degradê levando em consideração o grau metamórfico, onde a coloração mais forte indica um grau maior.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2009.

5.2.1 Complexo Ibaré

O Complexo Ibaré foi dividido em duas seqüências (NAUMANN et al, 1984): i) Sequência Bela Vista, onde ocorrem metarcósios, metagrauvascas, filitos, quartzitos, metassiltitos, formações ferríferas, metandesitos e metapiroclásticas; ii) Sequência Corticeira, onde é possível encontrar rochas ultrabásicas com derivação metassomática, além da associação cornubianítica. A afinidade geoquímica das rochas ultrabásicas desta seqüência é komatiítica. Falhas regionais impossibilitam a visualização de contatos deste Complexo e além disso, ao longo dessas falhas, ambas seqüências foram intrudidas por granitos, tanto o Granito Jaguari como o Granito Santa Rita (NAUMANN, 1985).

De acordo com Renner e Pulz (2005), existe um cavalgamento da Sequência Corticeira sobre a Sequência Bela Vista, o que fica evidente na foliação das rochas ultrabásicas que possuem influência predominante de dobramentos. O metamorfismo é de

fácies xisto verde em âmbito regional, mas é possível encontrar rochas cornubianíticas, principalmente à norte do Complexo, que atingem fácies hornblenda cornubianito (NAUMANN, 1985).

O contato do Granito Jaguari com a Sequência Corticeira gerou uma auréola cornubianítica, através do contato com os ultramafitos, de estrutura isótropa. A Sequência Corticeira é formada por rochas de textura fina, compostas por plagioclásio, anfibólio, quartzo e biotita. Apresentam uma textura de “chifre”, sem orientação mineral preferencial, típico para metamorfismo de contato (FILHO, 2004).

Em locais com grau de metamorfismo maior, pode ser encontrada clorita que substitui o anfibólio no metamorfismo (NAUMANN, 1985), bem como a serpentinização e recristalização de talco, todos referentes ao retrometamorfismo da Sequência Corticeira (NAUMANN et al., 1984).

A geoquímica encontrada nos cornubianitos é bastante semelhante a presente nos serpentinitos, onde ocorre um baixo teor de álcalis, podendo indicar que o contato que gerou o cornubianito é posterior a serpentinização do corpo ultramáfico (FILHO, 2004). Aquele mesmo autor também observou um certo enriquecimento para ETRL (Elementos Terras Raras Leves).

5.2.2 *Granito Jaguari*

Possui feição ovalada, com o eixo maior com direção NNW, apresentando uma pronunciada região deslocada por falhas de direção NE (GASTAL & NARDI, 1992) e possui um tamanho de aproximadamente 414 km². Intrusões graníticas, principalmente de associações alcalinas, geralmente se apresentam com dimensões inferiores às do Granito Jaguari (BONIN, 1982).

Ocorre no sul e ao norte da Sequência Corticeira, com granulometria grossa e coloração avermelhada, aflorando como típico granito em forma de lajeados e matacões. Fazem contato com as rochas da Sequência Corticeira de forma intrusiva, o que promoveu seu metamorfismo com a geração dos cornubianitos (FILHO, 2004).

De acordo com Gastal & Nardi (1992), existem três fácies petrográficas presentes do Granito Jaguari, sendo elas o monzogranito médio (MM), o monzogranito heterogranular (MH) e o sienogranito (SG). De maneira geral, a mineralogia encontrada é quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, biotita, anfibólio e zircão.

O Granito Jaguari se originou através de magmatismo mantélico pós-orogênico, associado a pronunciada assimilação crustal e com um vulcanismo de grande importância (Formação Acampamento Velho). Os dados obtidos mostram uma evolução típica de câmaras rasas (GASTAL & NARDI, 1992).

Gastal & Nardi (1992), obtiveram dados com idade modelo para o Granito Jaguari de 544 ± 23 Ma. Os mesmos autores também apresentaram dados que indicavam uma idade de 537 ± 10 Ma.

6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

6.1 Análise Petrográfica

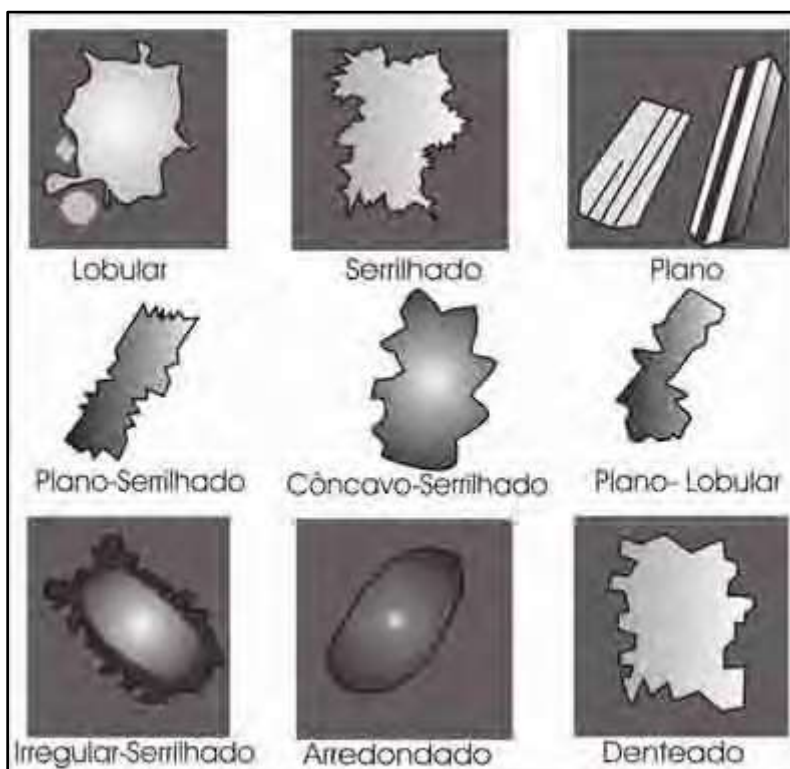
A análise petrográfica auxiliou na definição e identificação da rocha, bem como dos minerais constituintes, o grau de alteração, os possíveis fraturamentos, granulometria, textura e estruturas (IAMAGUTI, 2001).

Existe uma norma (ABNT-NR-15845-1), a qual estabelece um roteiro para a análise petrográfica, inicialmente com análise macroscópica e finalizando com a análise microscópica.

Segundo Iamaguti (2001), um dos parâmetros fundamentais que pode ser analisado macroscopicamente é a coloração da rocha e sua durabilidade, de acordo com os minerais constituintes. Rochas com coloração rara ou com cor que esteja sendo bastante procurada acabam elevando o seu valor comercial.

Outros parâmetros de extrema importância na análise petrográfica ocorrem através da observação da trama da rocha, onde podemos compreender e definir a capacidade do corpo rochoso de absorver água. A resistência mecânica também deve ser observada, a partir da origem dos minerais, dimensão e o tipo de borda (contatos) que possuem (Fig. 5). Algumas rochas são mais resistentes que outras e isso se dá pela composição mineralógica, onde temos minerais mais resistentes e outros menos resistentes, mas também deve ser levado em consideração o tamanho desses grãos, pois rochas com granulometria fina tendem a ser mais resistentes do que rochas com granulometria grossa (IAMAGUTI, 2001).

FIGURA 5 - Tipos de contatos entre os grãos.



Fonte: Modificado de Mesquita (2002).

Iamaguti (2001) também fala das microfissuras, que podem vir a possibilitar a percolação de fluídos, podendo alterar a rocha e influenciar na sua viabilidade econômica. Métodos petrográficos microscópicos podem auxiliar na descrição dessas microestruturas.

6.2 Trabalhos anteriores aplicados

A área de estudo foi pouco estudada até os dias de hoje. Existem alguns trabalhos sobre o Granito Jaguari, como o trabalho do Gastal & Nardi (1992), onde descrevem a petrogênese e a evolução do Granito Jaguari. E mais recente, Renner e Pulz (2005) também escrevem sobre o Granito Jaguari com uma certa ênfase na aplicação ornamental, porém, de forma preliminar.

Em 2004, Paulo José Martins Filho fez sua dissertação de mestrado na região do Ibaré, analisando a geologia e a geoquímica da região. Neste trabalho é citado o cornubianito do Complexo Ibaré.

Mais recente, temos o trabalho de conclusão de curso de Martini (2018), que caracteriza o Complexo Metamórfico Palma com ênfase em rochas ornamentais. Essa área,

além de ser relativamente próxima, também possui rochas semelhantes às metamórficas da presente área de estudo, visto que foram geradas em mesmo contexto geológico.

7 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi elaborada uma logística de pré-campo, onde foram definidos os dias para a realização dos trabalhos de campo, os objetivos de cada dia, a comunicação com os proprietários das áreas visitadas, além da solicitação junto à Unipampa, referente ao transporte para a locomoção até a área de estudo.

Para cada dia de campo foram definidos alvos, onde o primeiro ponto seria o mais próximo do contato e logo, coletando amostras cada vez mais distantes do mesmo. Para isso, foram utilizados materiais como martelo petrográfico, marreta, lupa de mão, GPS, câmera fotográfica, escalas, caderneta de campo, ácido clorídrico, imã, além do celular para coleta de medidas estruturais através do aplicativo FieldMove Clino, que simula uma bússola com boa precisão.

Nestes três dias, foram coletadas um total de 36 amostras, duas por ponto amostrado, sendo uma para análise macroscópica e uma para laminação e posteriormente utilizada na análise microscópica. Nem todos os pontos tiveram amostra microscópica, pois em laboratório foram selecionados pontos mais relevantes para laminação, com isso, foram fabricadas 11 lâminas petrográficas dos pontos IT-01, IT-02, IT-03a, IT-03b, IT-06, IT-09, IT-11, IT-12, IT-13, IT-15 e IT-17. Os pontos IT-01 e IT-03b são o granito, o ponto IT-17 uma rocha metavulcânica e o restante dos pontos, todos cornubianito.

Para a análise microscópica foi usufruído o Laboratório de Microscopia da Unipampa, utilizando o microscópio *Nikon Eclipse 50i POL*, com objetivas de 5x, 10x, 20x, 40x e 50x. Além do programa *ToupTec*, instalado no computador conectado ao microscópio com a câmera para fotografias microscópicas.

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram obtidos através das análises feitas em campo e também em laboratório. Em campo foi possível realizar observações mais práticas, relacionadas à

extração, beneficiamento, logísticas e afins. Enquanto em laboratório os resultados vieram de modo a complementar e embasar as teorias obtidas em campo.

8.1 Análise Petrográfica

A análise microscópica possibilitou bons resultados para o cornubianito, pois macroscopicamente não foi possível identificar os minerais por ser uma rocha de granulometria muito fina, diferente do granito que possui uma granulometria grossa.

8.1.1 Granito Jaguari

Na área de estudo o Granito Jaguari ocorre na forma de extensos lajeados e matacões, em campos com até algumas centenas de metros de extensão. A vegetação tende a ser arbustiva nos locais altos e arbórea nas drenagens, principalmente nos flancos de morros voltados ao sul. A espessura do solo tende a ser pequena, com até 10 centímetros nas porções altas. Procurou-se dar preferência em estudar o granito na frente de lavra onde já haviam sido retirados blocos de rocha ornamental pela Mineração Cerro Negro (Fig. 6), o que ofereceu boas possibilidades de amostragem e visualização da mineralogia, texturas e estruturas da rocha fresca. O granito também foi observado em algumas porções mais a sul da antiga pedreira (ver mapa de pontos da figura 3), permitindo a observação e comparações quanto a possíveis heterogeneidades da rocha. Foram coletadas duas amostras do granito, ambas selecionadas para laminação e posteriormente analisadas microscópicamente. Macroscopicamente podemos identificar algumas características como a coloração avermelhada, textura equigranular grossa, além de ser composto por quartzo, feldspato alcalino e biotita (Fig. 7). Analisando microscopicamente, se confirma os minerais já vistos macroscopicamente, onde o feldspato alcalino, do tipo ortoclásio (45%) predomina na rocha, seguido do quartzo (30%), o qual possui uma extinção ondulada bem evidente, plagioclásio (15%), biotita (5%) e minerais opacos (5%) (Fig. 8).

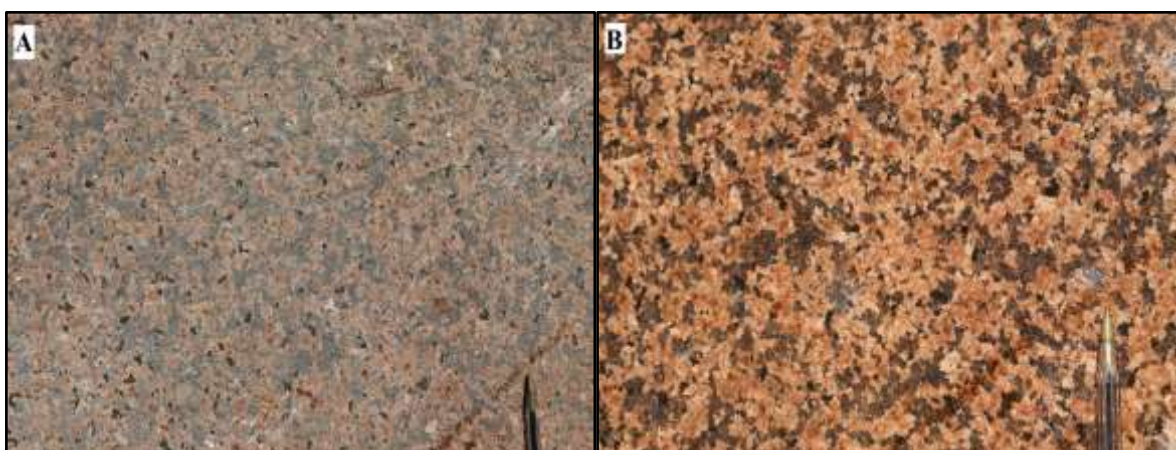
No Granito Jaguari, em geral, o tipo de borda dos minerais são denteados (30%) e arredondados (70%), podendo ambas serem encontradas em qualquer mineral da composição. Não foram observadas microfissuras e possui grau de alteração baixo (Fig. 8).

FIGURA 6 - Frente de lavra abandonada do Granito Jaguari.



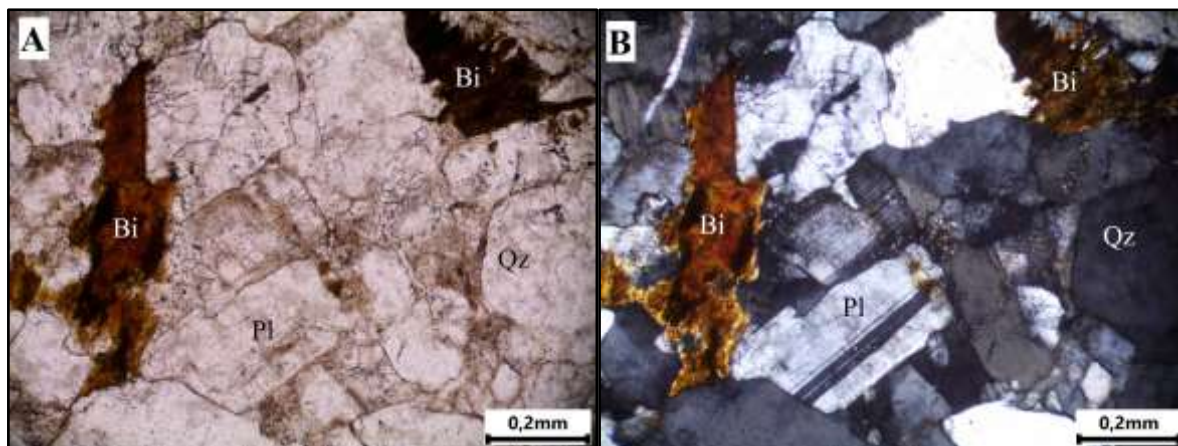
Fonte: Autora.

FIGURA 7 - Aspectos macroscópicos do Granito Jaguari. A) Superfície sem polimento; B) Superfície polida.



Fonte: Autora.

FIGURA 8 - Aspectos microscópicos do Granito Jaguari com Pl (plagioclásio), Qz (quartzo) e Bi (biotita). A) Microfotografia com nicóis descruzados; B) Microfotografia com nicóis cruzados.



Fonte: Autora.

8.1.2 Cornubianito

O cornubianito possui um padrão de afloramento muito distinto do granito. A área de ocorrência na região de estudo é marcada por apresentar escassos afloramentos na forma de lajeado, bem como, alguns cortes deixados pela extração da rocha ornamental da Mineração Cerro Negro (Fig. 9A). A vegetação tende a ser predominantemente arbórea em toda sua área de ocorrência (com exceção das áreas antropizadas). Os maiores afloramentos, com até algumas dezenas de metros de extensão, tendem a ocorrer ao longo das drenagens, pois a água acaba facilitando a exposição da rocha. Na maior parte da área, pequenos afloramentos, com poucos metros quadrados, ocorrem esparsos em meio à mata (Fig. 9B), às vezes em pequenos desníveis topográficos, formando “barrancos”. Macroscopicamente a coloração do cornubianito é cinza escuro e quando molhado preto, ou seja, essa rocha quando polida tem uma tendência de possuir coloração preta. A granulometria é muito fina, mas mesmo assim são possíveis algumas observações macroscópicas. Há variações de acordo com a intensidade da coloração da rocha, ora cinza escuro, principalmente na porção mais a sul da área estudada, ora cinza claro, nas porções central e norte da área estudada, presença ou não de veios de quartzo e ocorrência comum de foliação metamórfica e dobras tectônicas (o que comercialmente é conhecido pelo termo “movimentado”). Na porção mais a nordeste da área de estudo (próximo ao contato com o granito), os veios são mais evidentes e alguns bastante dobrados, com foliação metamórfica. Na parte mais a sudoeste, estes veios são muito menores e não se observam tantas dobras e foliação metamórfica. A presença de fraturas é

comum nessas rochas, com diferentes orientações, porém, sem que haja algum padrão penetrativo que possa influenciar fortemente no controle de futuras extrações de blocos.

FIGURA 9 - A) Frente de lava abandonada do cornubianito. As marcas marrons são formadas pelo escoamento de água; B) Afloramento do tipo lajeado do cornubianito, em meio à mata; C) Amostra de mão destacando a coloração, foliação metamórfica e finos veios de quartzo.

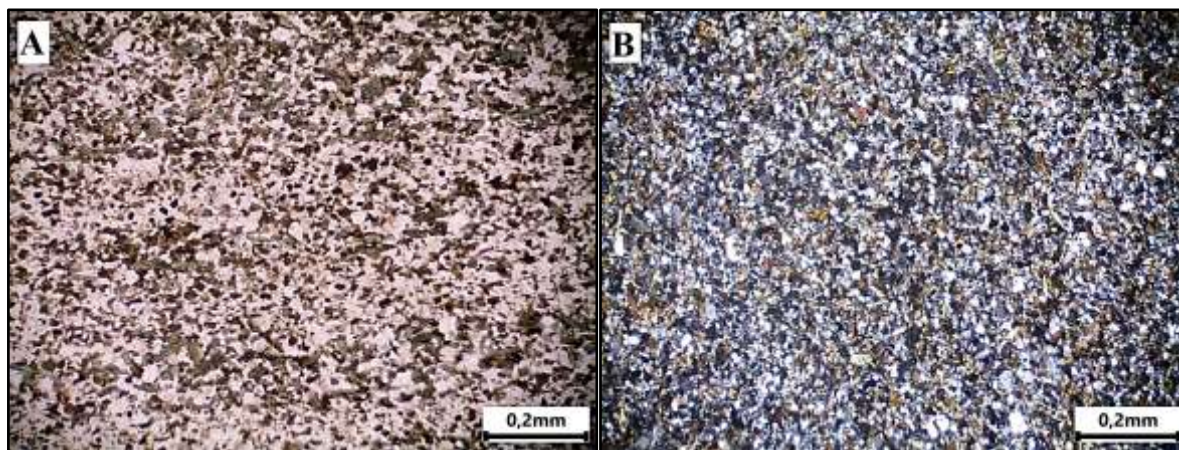


Fonte: Autora.

Através das observações microscópicas do cornubianito, foi possível identificar os minerais constituintes (Fig. 10 e Fig.11), além de encontrar padrões geográficos. As amostras localizadas a nordeste, próximas ao contato com o granito, possuem granulometria fina, com composição basicamente formada por actinolita (35%), biotita (30%), quartzo (30%) e opacos (5%), todos geralmente com forma anédrica a subédrica. As bordas dos grãos em

grande maioria são arredondadas, existindo também em menor quantidade, bordas planas (actinolita). Na região mais a norte, mais afastada do contato com o granito, observa-se um aumento significativo no tamanho dos grãos, que são: actinolita (35%), quartzo (25%), biotita (20%), plagioclásio (17%) e muito poucos opacos (3%), com as bordas arredondadas e planas (apenas no plagioclásio), sem microfissuras.

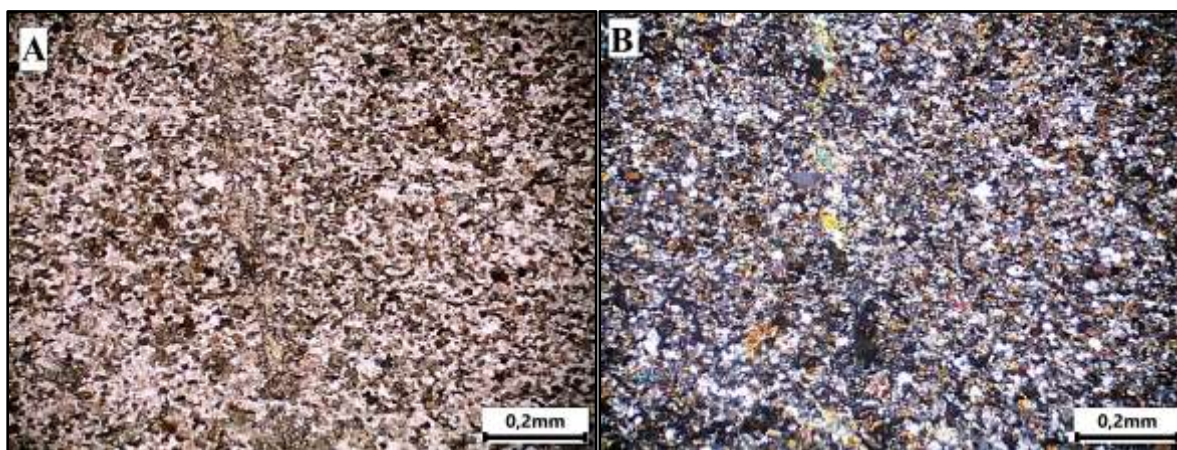
FIGURA 10 - Aspectos microscópicos do cornubianito (nordeste). A) Microfotografia da lâmina com nicóis descruzados, contendo actinolita (verde), quartzo (incolor), biotita (marrom claro a escuro) e opacos. B) Microfotografia da lâmina com nicóis cruzados.



Fonte: Autora.

Na porção sul do afloramento (Fig. 11), acontecem algumas mudanças em comparação a zona norte, embora a granulometria ainda seja bastante fina, nesta porção a rocha é mais vítrea, a presença da biotita (35% - 40%) é predominante, o que pode indicar um metamorfismo mais intenso. A composição mineral é a mesma das demais áreas visitadas, com o aumento quantitativo da biotita e ausência do plagioclásio. Em algumas amostras, principalmente nas mais próximas ao contato, foram encontrados veios de epidoto (mineral de alteração) e também de calcita. As bordas dos minerais nessa área se apresentavam como planas (40%) na actinolita e arredondadas (60%) em todos os outros minerais constituintes.

FIGURA 11 - Aspectos microscópicos do cornubianito (sul). A) Microfotografia da lâmina com nicóis descruzados, onde observa-se actinolita (verde), quartzo (incolor), biotita (marrom claro a escuro) e opacos, com um veio vertical de epidoto ao centro da imagem. B) Microfotografia da lâmina com nicóis cruzados. O veio de epidoto fica destacado por conta das maiores cores de interferência.



Fonte: Autora.

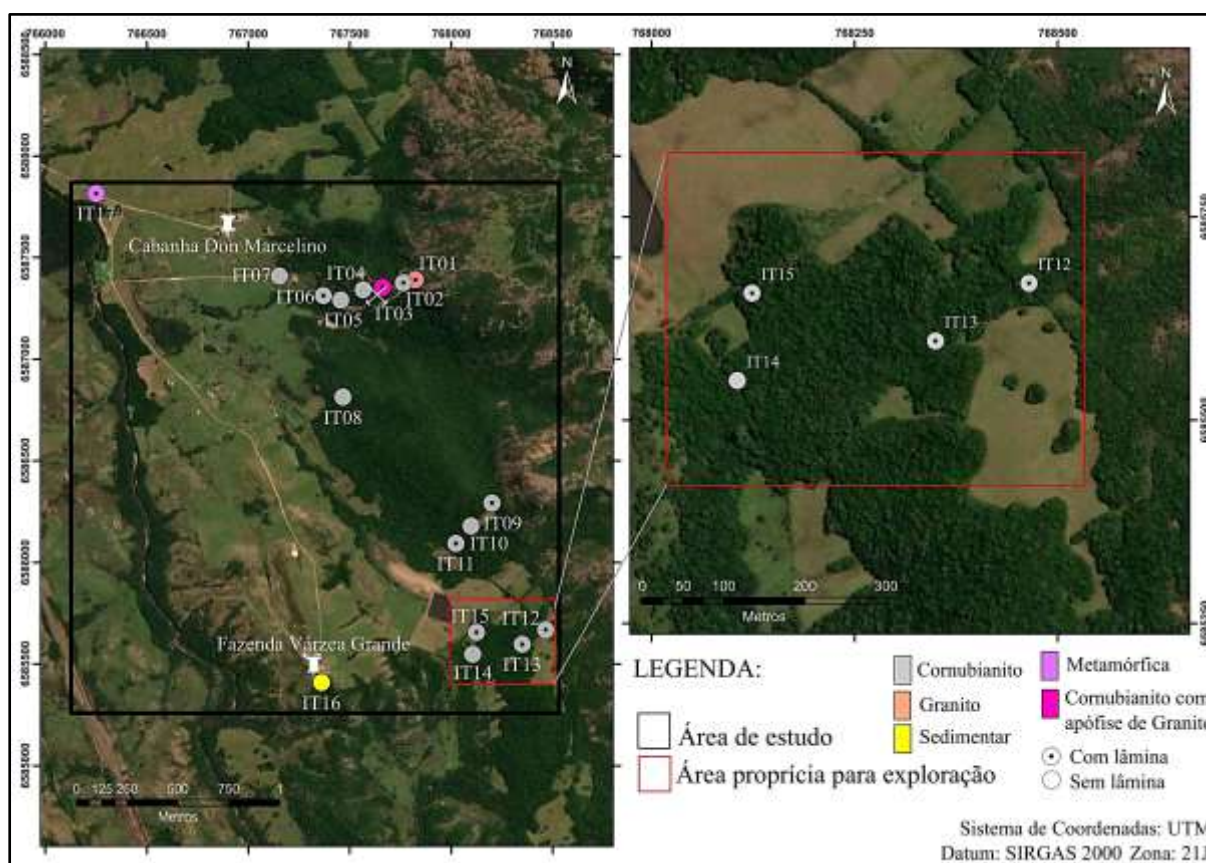
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o que foi analisado tanto em campo quanto em laboratório, foram observados padrões diferentes em determinadas áreas do afloramento do cornubianito, diferente do observado no granito, que seguiu o seu padrão de características de forma homogênea em todos os pontos analisados neste estudo. Com isso, conclui-se que o granito pode ser explorado onde já existe a frente de lavra aberta ou em qualquer outro lugar. A vantagem de seguir a exploração no local já impactado é que não haveria necessidade de se suprimir mais vegetação, bem como, realização de decapeamento. O acesso já existente também é um ponto favorável.

Já o cornubianito apresenta algumas variações, entre a zona nordeste e a zona sudeste da área pesquisada, ou seja, relacionado com a auréola de metamorfismo de contato. Diante disto, com os estudos feitos até o momento e que foram propostos neste trabalho, se nota que a zona sudeste (que não possui frentes de lavra abertas) possui um grande potencial para exploração, embora esteja bastante fraturado, cuja rocha possui coloração chegando a um preto absoluto que pode denotar maior atenção comercial (Fig. 12). O terreno e acesso também são viáveis e acessíveis, em geral menos íngremes do que na porção nordeste, onde encontra-se a lavra abandonada.

A área nordeste, onde são encontradas as frentes de lavra já abertas anteriormente também são interessantes, mas as fraturas parecem ser mais rotineiras e as movimentações na rocha (foliações e dobras) podem desinteressar compradores, já que hoje em dia rochas com movimentações não estão em alta como em anos anteriores. Mas isso também não impede que sejam feitas eventuais extrações também nessas áreas, conforme demanda do mercado (Fig. 12).

FIGURA 12 – Imagem mostrando a área mais propícia (direita) para exploração em relação a toda a área de estudo (esquerda).



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2021.

Tanto no granito quanto no cornubianito, não foram observadas microfissuras (microscópicamente), o que é bastante relevante na questão da percolação de fluídos. O grau de alteração, também de ambas, é baixo e não influiria no uso ornamental.

Uma consideração bastante relevante que foi observada durante o estudo é a vegetação densa que se encontra na auréola cornubianítica. Uma vegetação com capacidade de regeneração muito rápida, o que é bom para um futuro empreendimento levando em consideração a recuperação da área degradada, mas também para a possibilidade da utilização

do rejeito como pó de rocha, haja visto que deva possuir componentes férteis para o crescimento vegetal. Para isso, estudos futuros devem ser aprofundados com análises químicas para que se encontrem características que evidenciem o que foi visto em campo.

Futuros estudos não devem se limitar ao que foi feito até agora, e sim, seguir os protocolos envolvendo testes de Caracterização Tecnológica de Rochas com Aplicação Ornamental ou de Revestimento (de acordo com as normas específicas), a fim de corroborar com as características observadas neste estudo e assim melhor definir o potencial dessas rochas para fins ornamentais.

10 REFERÊNCIAS

ABIROCHAS - *Notas Sobre as Exportações E Importações De Rochas Ornamentais No Período Janeiro-Maio 2021*. Site: <https://abirochas.com.br/informes-2021/> . Acessado: julho 2021.

ALMEIDA, E.F.M. & HASUI, Y. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Blücher, 378 p. 1984.

BONIN, B. (1982) *Les granites des complexes annulaires*. BRGM. Manuels et Méthodes, No. 4, 182p.

CHEMALE, Jr., F. *Evolução geológica do Escudo Sul-rio-grandense*. In: Holz, M.; De Ros, L. F. (ed). *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, p. 13-52. 2000.

DNPM -Departamento Nacional de Produção Mineral, 1989. *Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul e parte do Escudo Sul-rio-grandense*. Brasília. 1 mapa. Escala: 1:1.000.000 e 1:600.000.

FILHO, P. J. M. 2004 DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, GEOLOGIA, UNISINOS – *Aplicação De Técnicas De Geologia E Geoquímica Na Região De Ibaré/Rs E No Filão Cocal De Fluorita/Sc*.

GASTAL, M. C. P. & NARDI, L. V. S. 1992. *Petrogênese e evolução do Granito Jaguari: um típico representante metaluminoso da Suíte Intrusiva Alcalina Saibro, RS*. *Geochimica Brasiliensis*, 1 (2): 69-190.

GOOGLE EARTH PRO - MAPAS, **Software Google Earth** versão 7.3.4.8248. 2021.

HARTMANN, L. A. *et al. Evolução geotectônica do Sul do Brasil e Uruguai entre 3,3 Ga e 470 Ma. Congresso Uruguaio de Geologia, Atas, Sociedade Uruguaia de Geologia, Puntadel Este*, p. 277 – 284, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, “**IBGE, 2009**”. Disponível em, Site:<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html> Acessado: julho de 2021.

IAMAGUTI, Ana Paula Santini. *Manual de rochas ornamentais para arquitetos. 318 f. Dissertação de Mestrado- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”* Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, SP, Brasil.

KOESTER E., BERTOTTI A. L., PORCHER C. C., Lenz C., VIEIRA D. T., BARBOSA L. D., RAMOS R. C., BASTOS V. B., MAGALHÃES P. V. *Contribuições à Geologia do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.* pág. 13 - 27. Jelinek A. R. e Sommer C. A., Organização - Sociedade Brasileira de Geologia - Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2021.

MESQUITA, M. P. S. de. 2002. *Composição, estruturas, propriedades tecnológicas e alterabilidade dos granitos ornamentais do stock Morrinho, Santa Quitéria (Ce).* 2002. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro(SP), 171p.

MARTINI. L. 2018 Trabalho de conclusão de curso, geologia, Unipampa. Título: *Caracterização De Descontinuidades Com O Auxílio De Vant Aplicada À Pesquisa De Rocha Ornamental No Complexo Metamórfico Palma, São Gabriel (Rs).*

NAUMANN, M. P. 1985. *Geologia da região de Ibaré.* Porto Alegre, 110 p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NAUMANN, M. P.; HARTMANN, L. A.; KOPPE, J. C.; CHEMALE Jr., F. 1984. *Sequências supracrustais, gnaisses graníticos, granulitos e granitos intrusivos da região de Ibaré-Palma, RS: Geologia, aspectos estratigráficos e considerações geotectônicas.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, SBG/RJ, v. 5, p. 2417-242.

RENNER, L. C., & PULZ, G. M. (2005). *Parâmetros Técnicos para o Aproveitamento Ornamental dos Granitóides Jaguari e Santa Rita, Região de Ibaré, Oeste do Escudo Sul-Rio-Grandense.* Pesquisas em Geociências. Vol. 32, n. 2 (2005), p. 89-99.