

# Avaliação das Propriedades Tecnológicas de Agregados de Composição Granítica Oriundos de Duas Jazidas do Estado do Rio Grande do Sul

*Evaluation of Technological Properties of Granite Composition Aggregates from Two Deposits in the State of Rio Grande do Sul*

Rael Ernani Wojahn<sup>1</sup> , Igor Magalhães Clemente<sup>2</sup> , Ana Helena Back<sup>3</sup> ,  
Andrea Valli Nummer<sup>4</sup>  & Rinaldo José Barbosa Pinheiro<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Londrina, PR, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul, Laboratório de Geofísica Aplicada, Caçapava do Sul, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Geociências, Santa Maria, RS, Brasil.

E-mails: raelernani@gmail.com; igorclemente@unipampa.edu.br; anahback@hotmail.com; a.nummer@gmail.com; rinaldo@ufsm.br

## Resumo

A presente pesquisa consiste na caracterização geológica-geotécnica de duas jazidas de rocha granítica, pedreira JA Silveira e pedreira SBS, localizadas em fácies distintas do batólito de Pelotas. A pedreira JA Silveira localiza-se no centro do batólito, no Complexo Granítico-Gnáissico Pinheiro Machado, caracterizado por rochas predominantemente granodiorítica a monzogranítica. Em contrapartida, a pedreira SBS localiza-se na borda do batólito, na formação Capão do Leão, caracterizada por sienogranitos. O estudo foi baseado em análises composicionais macro e microscópicas dos maciços rochosos, em adição a análises estruturais e ensaios de caracterização geotécnica. O monzogranito é composto principalmente por quartzo e plagioclásio, possui uma textura fanerítica e estrutura maciça, enquanto o sienogranito é composto principalmente por feldspato alcalino, possui textura fanerítica e estrutura maciça a foliada. Os agregados da pedreira JA Silveira caracterizaram-se por rochas mais densas detentoras de menores absorções e melhores desempenhos mecânicos frente aos ensaios laboratoriais de caracterização, evidenciando um padrão comportamental posteriormente justificado pela composição granulométrica dos minerais da rocha (*i.e.*, detentores de maior dureza e tenacidade), maior compactidade da rocha e ausência de microestruturas. De forma análoga, os agregados da pedreira SBS apresentaram partículas mais lamelares e um desempenho inferior nos ensaios laboratoriais possivelmente justificado pela foliação que atua como plano de fraqueza nos agregados. Os agregados de ambas as pedreiras possuem potencial para utilização como revestimento, rocha ornamental e pedras britadas. De posse da interação entre os métodos de análise petrográfica e ensaios de caracterização geotécnica, foi possível estabelecer uma correlação entre as duas jazidas utilizando o conhecimento geológico como forma de controle tecnológico, estabelecendo uma otimização de utilização para os diferentes tipos de agregados.

**Palavras-chave:** Granitos; Controle tecnológico; Agregados

## Abstract

The present work aims the geological-geotechnical characterization of two granite rock deposits, JA Silveira quarry and SBS quarry, located in distinct facies from the Pelotas batholith. JA Silveira quarry is located in the center of the batholith, in the Pinheiro Machado Granitic-Gneitic Complex, surrounded by granodioritic and monzogranitic rocks. In contrast, a SBS quarry is located at the edge of the batholith, in the Capão do Leão formation, characterized by sienogranites rocks. The study was based on macro and microscopic compositional analyzes of rock masses, in addition to structural analysis and geotechnical characterization tests. The monzogranite quarry is essentially composed of quartz and plagioclase, has a phaneritic texture and massive structure, while sienogranite quarry is mostly composed of alkaline feldspar, has phaneritic texture and massive to foliated structure. The JA Silveira aggregates were defined as denser rocks, with less absorption and better mechanical performance on characterization laboratorial tests, showing a behavioral pattern later justified by the granulometric composition of the minerals (*i.e.*, greater hardness and tenacity), greater compactness of the rock and absence of microstructures. In addition, the aggregates of the SBS quarry exhibited more lamellar particles and a lower performance in laboratory tests, possibly justified by the foliation that develops weakness plans in the particles. The aggregates of both quarries have the potential to be used as cladding, ornamental rock and crushed stones. Amid the petrographic analysis and geotechnical characterization tests, it was possible to establish a correlation between the two deposits using geological knowledge as a form of technological control, establishing an optimization of use for different types of aggregates.

**Keywords:** Granites; Technological control; Aggregates

## 1 Introdução

Os materiais rochosos são matérias-primas utilizadas na construção civil para diversas finalidades, como: agregados britados para concreto e pavimentação asfáltica, produção de pedras britadas, fundações, revestimentos, ornamentação, entre outros diversos usos.

De acordo com Tics (2011) a utilização de rochas como material de construção requer uma escolha criteriosa, uma vez que depende de diversos fatores econômicos e técnicos. Os fatores econômicos envolvem o custo de extração do material e seu transporte ou disponibilidade, já os fatores técnicos referem-se às propriedades do material sobre as aplicações pretendidas.

O comportamento que uma rocha apresentará em uma obra está intimamente relacionado com as suas propriedades, composição mineralógica, textura e estrutura (Frazão, 2002). Ou seja, é de extrema importância a análise prévia de um material que virá a ser utilizado como agregado para evitar possíveis problemas futuros.

Para determinar um controle tecnológico e obter uma melhor qualidade da rocha, desde a extração, é importante levar em conta diversas características como mineralogia, minerais de alteração e estruturas geológicas que indiquem zonas de fraqueza, como fraturas, falhas e veios.

No que se diz respeito às análises laboratoriais, os estudos petrográficos são fundamentais para a correta determinação mineralógica, juntamente da correta classificação da rocha. Esses aspectos são importantes para o entendimento das características mecânicas e previsão do desempenho dos diferentes tipos rochosos. Isto é, as propriedades físicas exibidas pelo maciço rochoso refletem os efeitos combinados de sua origem juntamente com seus processos de alteração, fatores estes, que estão diretamente associados à história evolutiva da região (Back, 2018).

Isto posto, o presente trabalho enfoca no estudo geológico-geotécnico de duas pedreiras de composição granítica, localizadas em fácies distintas do batólito de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul/Brasil como alternativa de controle tecnológico dos agregados implementados nas obras de construção civil.

## 2 Caracterização das Áreas de Estudo

A pedreira JA Silveira está localizada no bairro Monte Bonito pertencente ao município de Pelotas, distante aproximadamente 18 km da cidade de Pelotas. Em contrapartida, a pedreira SBS localiza-se no município de Capão do Leão, distante aproximadamente 13 km da cidade de Pelotas, conforme ilustrado na Figura 1. As jazidas estão localizadas à cerca de 28 km uma da outra.

O principal acesso à pedreira JA Silveira é feito partindo da cidade de Pelotas pela BR-392 percorrendo

12 km a oeste, desde o entroncamento com a BR-116. A pedreira possui aproximadamente 1100 m<sup>2</sup> e está delimitada pelas coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) 362500 e 363600 mE e 6498600 e 6499500 mS, fuso 22J, utilizando o datum WGS-84.

Para a Pedreira SBS, o principal acesso se dá partindo da cidade de Pelotas pela BR-116 percorrendo 6 km a sudoeste, desde o entroncamento com a BR-392. A pedreira possui aproximadamente 1200 m<sup>2</sup> e está delimitada pelas coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) 357700 e 358100 mE e 6493400 e 66483000 mS, fuso 22J, utilizando o datum WGS-84.

### 2.1 Geologia Local

A pedreira JA Silveira está localizada no Complexo Granítico-Gnáissico Pinheiro Machado – Domínio de Metagranitoides Porfíricos, localizado no centro do Batólito de Pelotas (vide Figura 2). De acordo com Philipp & Campos (2004), o Complexo Pinheiro Machado compõe uma faixa alongada na direção NE-SW que corresponde à unidade mais antiga da porção leste do estado e é a única que apresenta uma foliação de baixo ângulo atribuída a um evento de deformação tangencial. Os granitoides deste complexo possuem composição predominantemente granodiorítica a monzogranítica e são caracterizados por um bandamento irregular descontínuo definido por schlieren de biotita. Os granitoides estão cortados por zonas de cisalhamento dúcteis onde as rochas apresentam bandamento e aspecto gnáissico. Segundo Philipp *et al.* (2002), as datações por Ar-Ar apresentaram idades para o complexo que variam entre 540-530 Ma.

No que tange a pedreira SBS, a mesma localiza-se no Granito Capão do Leão, que por sua vez, está inserido na suíte Dom Feliciano, na borda do Batólito de Pelotas (conforme ilustrado na Figura 2). De acordo com Philipp *et al.* (2002), o Granito Capão do Leão aflora a oeste da cidade de Pelotas como corpo subarredondado, com cerca de 10 km de diâmetro e cobrindo uma área de cerca de 200 km<sup>2</sup>. Trata-se de leucogranito rosa-avermelhado, com textura equigranular hipidiomórfica grossa a média. Apresenta estrutura maciça e é composicional e estruturalmente homogêneo. Apresenta, por vezes, foliação magmática dada pelo alinhamento de cristais de feldspato potássico. Contém raros enclaves microgranulares máficos, arredondados e com dimensões entre 2 a 15 cm. A sua composição dominante é sienogranítica, sendo constituído essencialmente por feldspato potássico róseo e subedral e quartzo amebóide. O plagioclásio é branco e prismático equidimensional. A biotita é rara e intersticial. Titanita, zircão, apatita, allanita, granada e minerais opacos são acessórios. Em termos geocronológicos, Philipp *et al.* (2002) apresenta uma idade obtida de 583 ± 3 Ma por Pb-Pb.

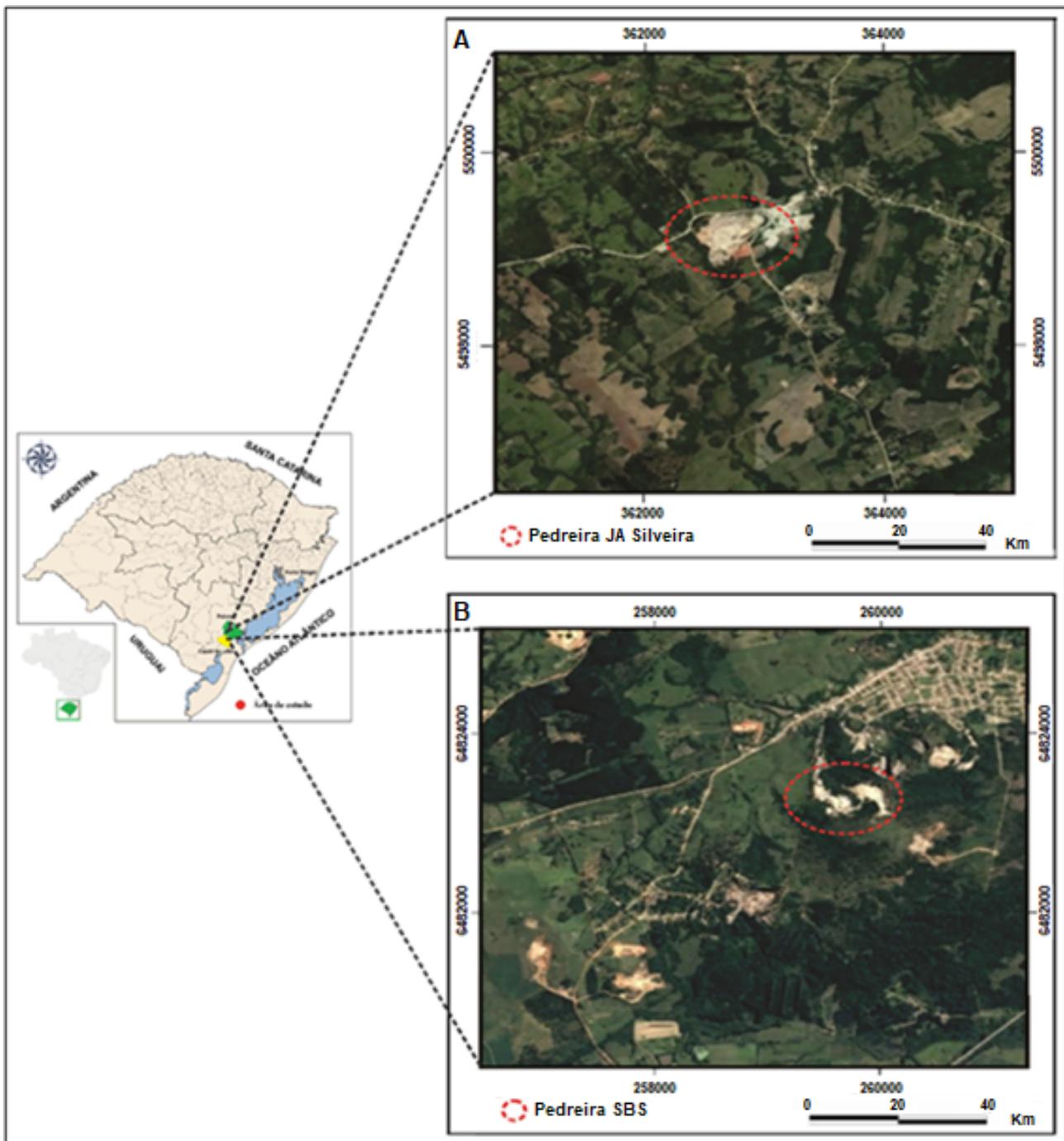
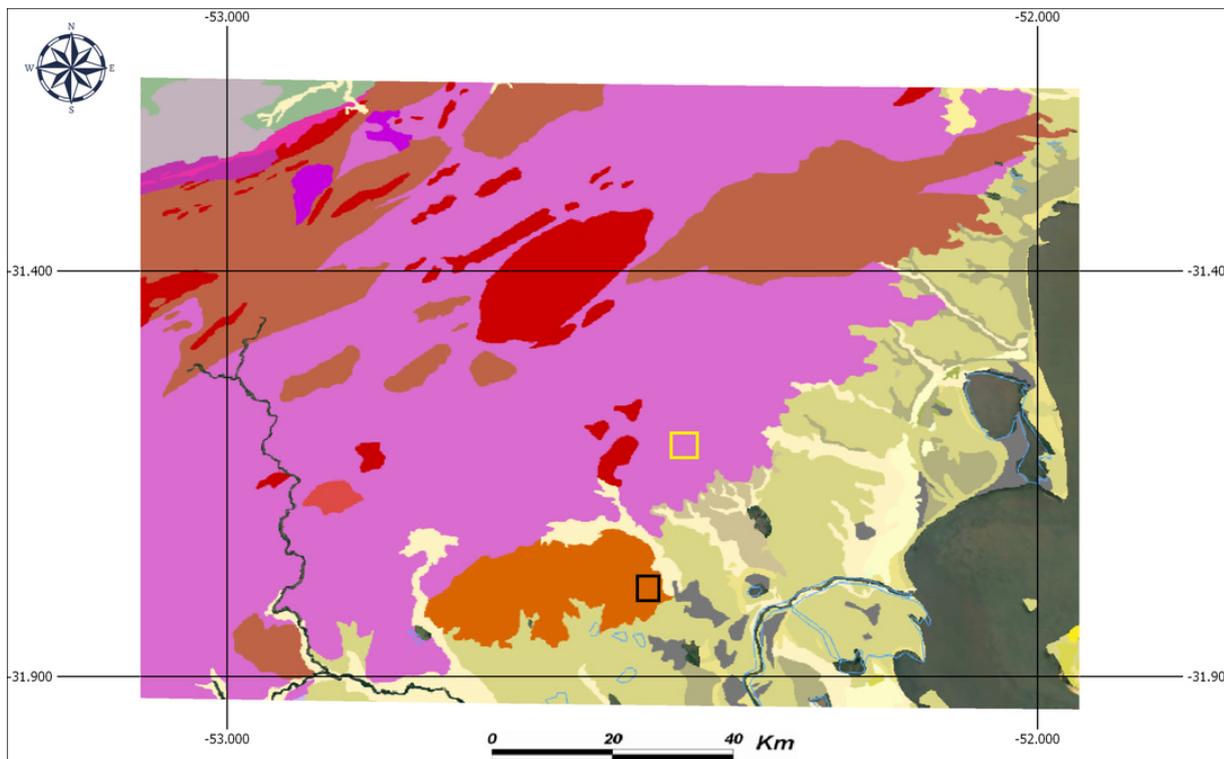


Figura 1 Mapa de localização das áreas de estudo. A. Pedreira JA Silveira; B. Pedreira SBS.

## 2.2 Pedreira JA Silveira

A pedreira JA Silveira possui uma rocha predominantemente monzogranítica de coloração branca e preta onde predomina o branco. Porém, ocorre bastante hetero-

geneidade ao longo da jazida, ocorrendo também granodioritos de coloração branca e preta onde predomina o preto, porções de sienogranitos de coloração predominantemente rosada e também veios de pegmatito e quartzo presentes em todas as partes da pedreira.



**Unidades Geológicas**

- |  |   |
|--|---|
| Barreiras Holocênicas - Depósitos Aluviais               | Complexo Granítico-Gnáissico Pinheiro Machado - Domínio de Metagranitóides Porfíricos |
| Barreiras Holocênicas - Turfeiras                        | Suite Granítica Cordilheira - Granito Cordilheira                                     |
| Barreira Pleistocênica 3 - Depósito de Planície Lagunar  | Complexo Granítico-Gnáissico Pinheiro Machado - Septos do Embasamento                 |
| Barreira Pleistocênica 2 - Depósito de Planície Lagunar  | Unidade Pelito-Carbonática  |
| Suite Granítica Dom Feliciano - Fácies Cerro Grande      | Pedreira SBS  |
| Granito Capão do Leão                                    | Pedreira JA Silveira  |
| Granito Arroio Moinho                                    |   |
| Grupo Bom Jardim - Formação Hilário - Fácies Particulada |   |

**Figura 2** Mapa geológico com a localização das áreas de estudo.

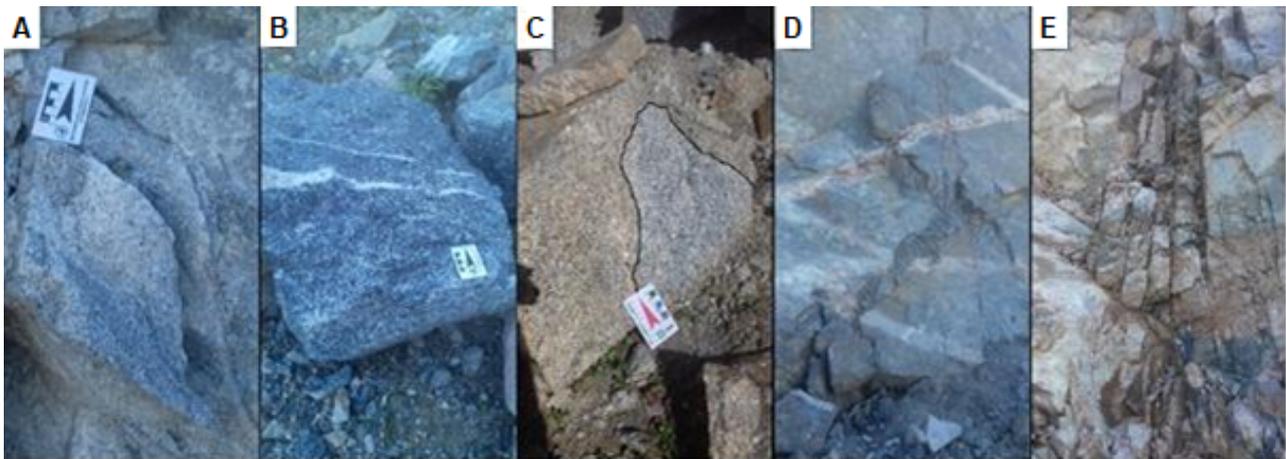
A textura é predominantemente fanerítica inequigranular, predominando os grãos mais grossos (cerca de 1 cm). A estrutura é maciça com presença de fraturas ao longo de toda a pedreira. A rocha é predominantemente sã ou pouco alterada ao longo de toda a pedreira, com exceção de zonas de falhas, onde ocorrem rochas mais friáveis devido à percolação de água alteração provocada por óxidos. A Figura 3 demonstra, em detalhes, os diferentes tipos litológicos encontrados na jazida.

Na frente de lava são diferenciados diferentes tipos litológicos, como: monzogranito, granodiorito cortado por veios de pegmatito e rochas perto de falhas contendo rocha sã e também rocha alterada. A Figura 4 ilustra a grande heterogeneidade que ocorre na frente de lava.

**2.3 Pedreira SBS**

A pedreira SBS possui uma rocha predominantemente sienogranítica de coloração branca e rosa. Ocorre uma pequena mudança composicional em pontos bem isolados da jazida, mudando a rocha para um monzogranito.

A textura é predominantemente fanerítica média a grossa, predominando os grãos mais grossos (entre 0,5 e 2 cm). A estrutura é maciça com presença de fraturas ao longo de toda a pedreira. Ocorre uma foliação bem sutil em um ponto isolado da pedreira. A rocha é predominantemente pouco alterada ao longo de toda a pedreira, com exceção de zonas de fraturas e falhas, onde ocorrem rochas mais friáveis devido à percolação de água. A Figura 5 demonstra a pequena variação de rochas que ocorre na jazida.



**Figura 3** Diferentes tipos litológicos encontrados na pedreira JA Silveira. A. Monzogranito; B. Granodiorito cortado por veios de quartzo; C. Rocha perto de falha com destaque para a diferença entre a rocha sã e a rocha alterada; D. Monzogranito com destaque para os veios de pegmatito; E. Uma falha com destaque para a presença de uma rocha mais alterada e friável.



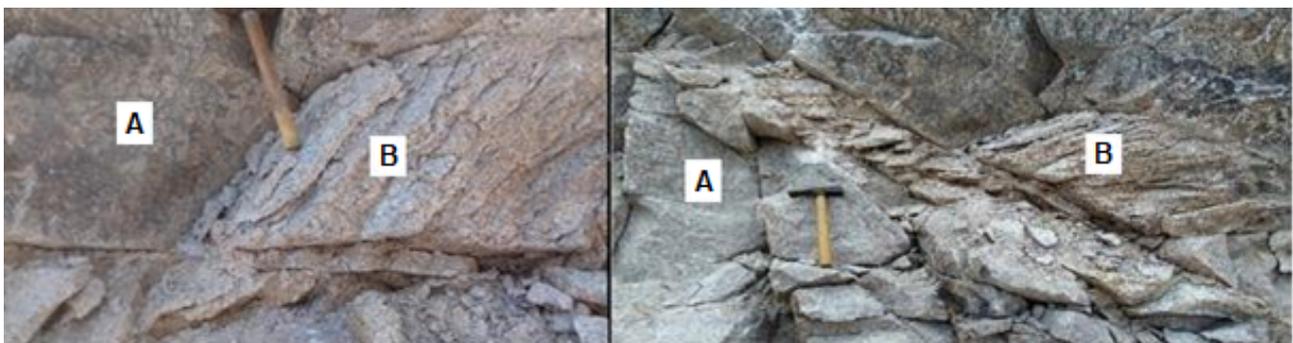
**Figura 4** Foto da frente de lavra da pedreira JA Silveira, evidenciando a heterogeneidade das rochas. A. Monzogranito; B. Granodiorito; C. Veios de pegmatito; D. Rocha alterada.

Ao longo de toda a jazida, ocorre uma grande quantidade de zonas de falhas. Nestes locais, a rocha ocorre alterada e friável em função da percolação de

água. A Figura 6 demonstra os locais de frente de lavra onde ocorrem zonas de falhas contendo rocha alterada e pouco alterada.



**Figura 5** Diferentes tipos litológicos encontrados na pedreira SBS. A. Sienogranito; B. Monzogranito.



**Figura 6** Zonas de falhas que ocorrem na jazida SBS, com diferentes graus de alteração. A. Rocha pouco alterada; B. Rocha alterada.

### 3 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa consistiram de duas etapas: (I) etapa de campo, na qual foi realizada a avaliação geológica dos maciços rochosos das duas pedreiras e coleta de amostras de mão e amostras britadas para realização dos ensaios de laboratório; (II) etapa de laboratório, quando as amostras de mão foram descritas no Laboratório de Mineralogia e Petrografia (LMP) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

e foram realizados os ensaios de caracterização do material britado no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Os procedimentos para realização dos ensaios basearam-se nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). A Tabela 1 apresenta os ensaios realizados bem como suas respectivas referências normativas.

**Tabela 1** Normas utilizadas para avaliação das propriedades tecnológicas do presente trabalho.

Ensaio laboratoriais	Normas
Petrografia	NBR 7389-2/2009
Índice de forma (Método Paquímetro)	NBR 7809/2019
Absorção	NBR NM 53/2009
Massa específica	NBR NM 53/2009
Massa unitária	NBR NM 45/2006
Abrasão Los Angeles	NBR NM 51/2001
Perda ao choque Treton	DNER-ME 399/1999
Resistência ao Esmagamento	DNER-ME 197/1997
Sanidade (Alterabilidade)	DNER-ME 89/1994

## 4 Análise dos Resultados

Os resultados da análise petrográfica e dos ensaios de caracterização geotécnica do material são descritos a seguir.

### 4.1 Análise Petrográfica

Foram coletadas 9 amostras de mão ao longo de todas as porções da pedreira JA Silveira e as mesmas foram descritas macro e microscopicamente.

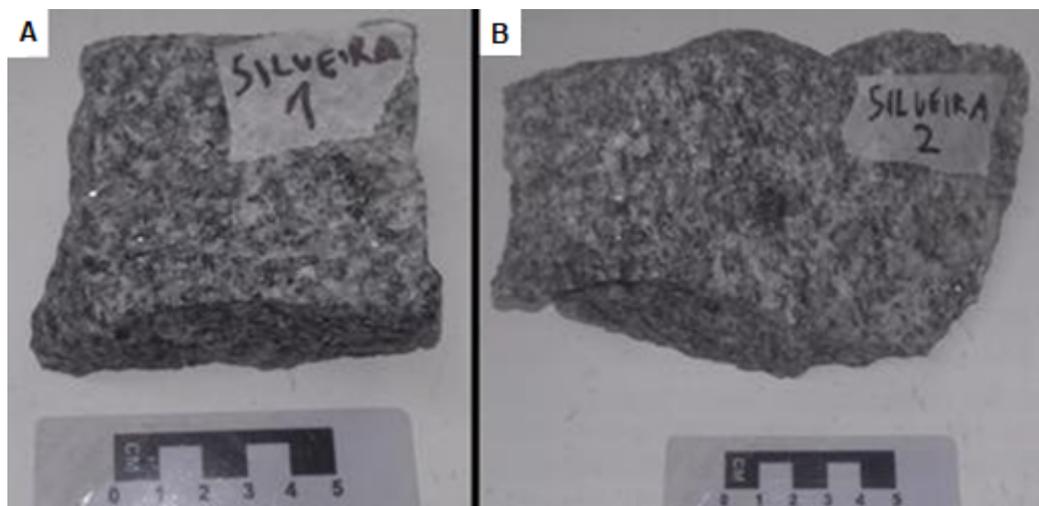
As amostras de monzogranito são compostas predominantemente por quartzo (45%), plagioclásio (30%) e biotita (15%). Ocorrem óxidos e sericita como minerais acessórios (10%). Possuem textura fanerítica, estrutura maciça e pouca alteração. A Figura 7 apresenta duas amostras de monzogranito analisadas.

As amostras de granodiorito são compostas predominantemente por biotita (50%) e plagioclásio (40%). Quartzo

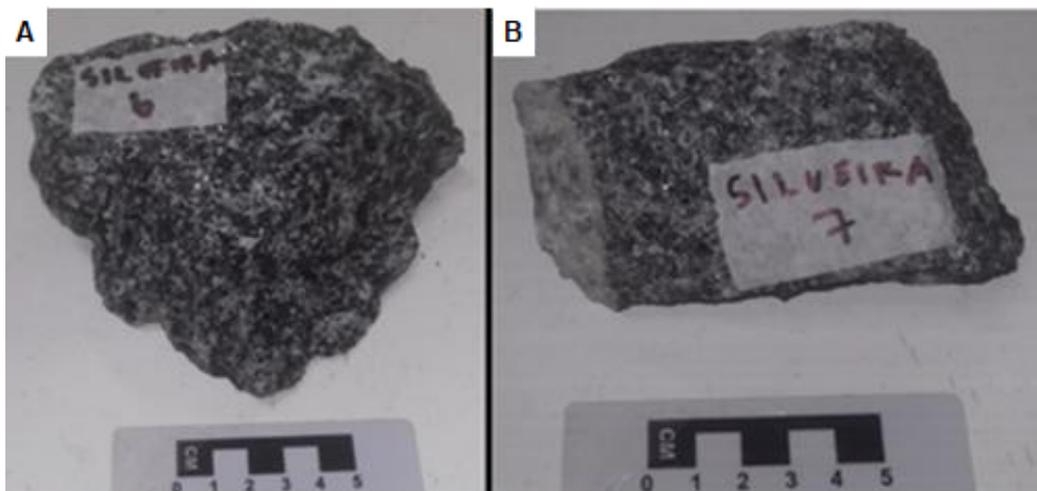
e óxidos ocorrem como minerais acessórios (10%). Possuem textura fanerítica, estrutura maciça e pouca alteração. A Figura 8 exibe duas amostras de granodiorito coletadas.

Em locais de zonas de falhas, foram observadas rochas com maior grau de alteração. Assim, foram coletadas amostras destes locais, para determinação do grau e tipo de alteração que ocorrem nas rochas. As amostras coletadas podem ser evidenciadas na Figura 9. Essas amostras são compostas predominantemente por quartzo (40%), óxidos (35%) e plagioclásio (20%). Ocorrem biotita e argilominerais como minerais acessórios (5%). Possuem textura fanerítica e estrutura maciça. As amostras ocorrem bastante alteradas e friáveis, sendo que algumas já estão em processo de intemperização.

Em adição às amostras de mão, também foram coletadas amostras de agregados britados nas frações 3/4" e 3/8" que foram utilizadas na realização dos ensaios geotécnicos.



**Figura 7** A. e B. Amostras de monzogranito retiradas da frente de lavra da pedreira JA Silveira.



**Figura 8** Amostras de granodiorito da pedreira JA Silveira. A. Amostra retirada da frente de lavra; B. Amostra retirada de um local de grande heterogeneidade de rochas, ocorrendo um veio de quartzo cortando a amostra.



**Figura 9** Amostras coletadas da pedreira JA Silveira com maior grau de alteração. A. Amostra alterada de monzogranito; B. Amostra muito alterada e frível de monzogranito, já estando em processo de intemperização, devido à alteração e oxidação dos minerais.

As pedras britadas das duas frações possuem tamanho e composição heterogênea. Ocorre predominância de monzogranitos, mas também ocorrem britas apenas de granodioritos, apenas de quartzo e também britas provenientes de falhas que ocorrem alteradas.

Na Pedreira SBS, foram coletadas 6 amostras de mão ao longo de todas as porções da pedreira para posterior descrição macro e microscópica.

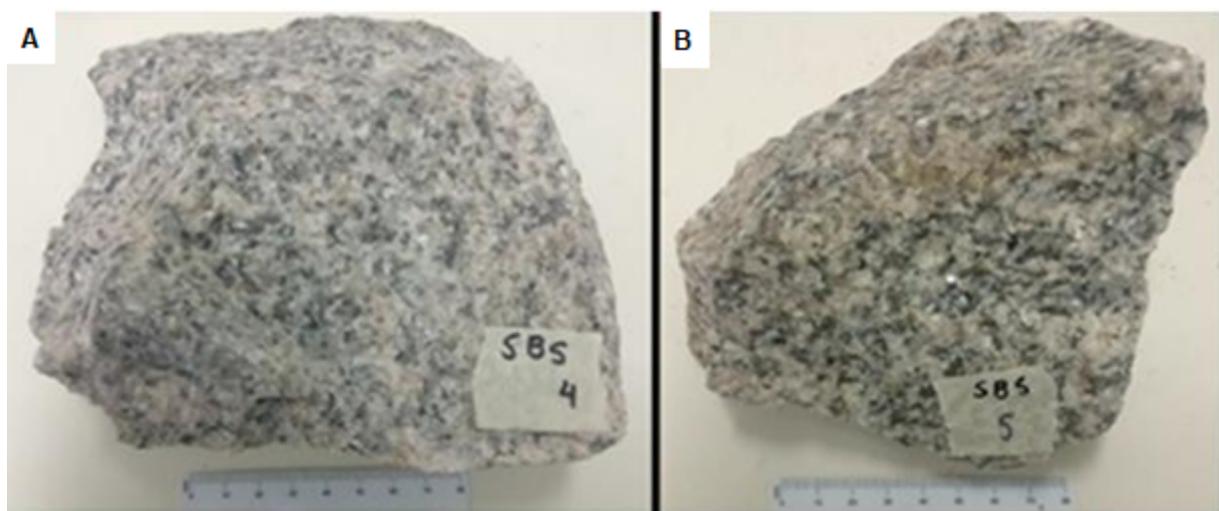
As amostras de sienogranito são compostas predominantemente por feldspato alcalino (45%), quartzo (25%) e plagioclásio (15%), possuem óxidos e biotita como

minerais acessórios (15%), textura fanerítica, estrutura variando entre maciça a foliada e poucos sinais de alteração. A Figura 10 apresenta duas amostras de sienogranito coletadas.

As amostras de monzogranito são compostas predominantemente por biotita (40%), plagioclásio (35%) e quartzo (20%), possuem óxidos e feldspato alcalino como minerais acessórios (5%), textura fanerítica, estrutura maciça e pouca alteração. A Figura 11 demonstra duas amostras de monzogranito coletadas.



**Figura 10** Amostras de sienogranito retiradas da frente de lavra da pedreira SBS. A. Amostra apresentando uma estrutura maciça; B. Amostra apresentando uma estrutura foliada.

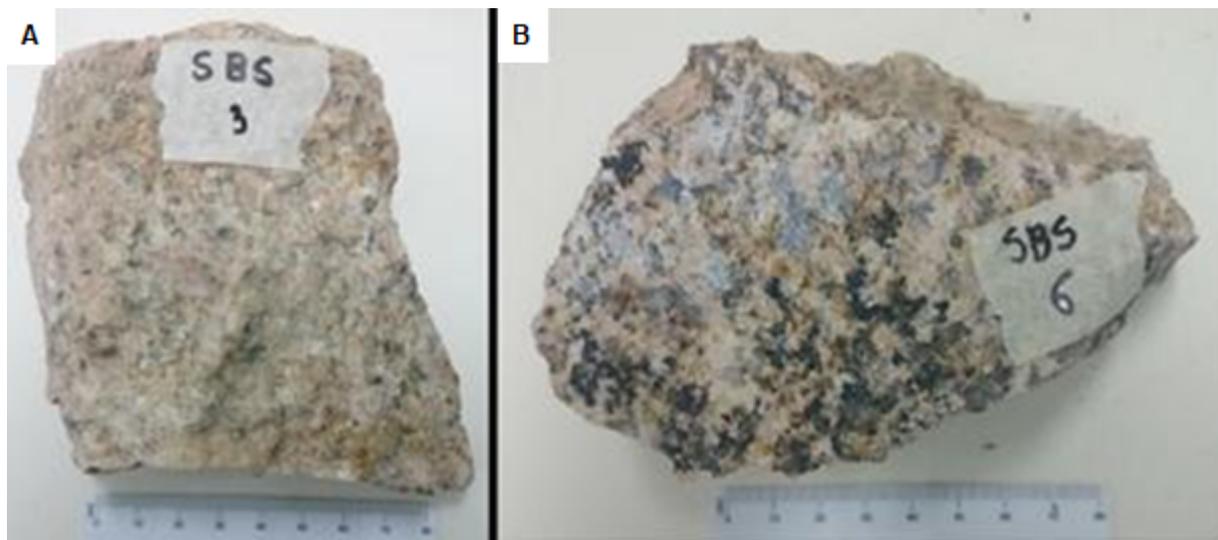


**Figura 11** A. e B. Amostras de monzogranito coletadas da pedreira SBS.

Em locais de zonas de falhas, foram observadas rochas contendo um alto grau de alteração. Assim, foram coletadas amostras destes locais, para determinação do grau e tipo de alteração que ocorrem nas rochas. Essas amostras são compostas predominantemente por argilominerais (30%), feldspato alcalino (25%), quartzo (25%) e óxidos (10%). Possuem clorita e biotita como minerais acessórios (10%), textura fanerítica, estrutura maciça e se apresentam

como rochas muito alteradas e friáveis. A Figura 12 exhibe as amostras mais alteradas que foram coletadas.

Foram coletadas amostras britadas nas frações 3/4” e 3/8” que foram utilizadas na realização dos ensaios geotécnicos. As pedras britadas de ambas frações possuem um tamanho heterogêneo e uma composição que predomina o sienogranito, sem muitas variações, porém, as britas não tem uma composição padrão.



**Figura 12** Amostras coletadas exibindo alto grau de alteração. A. Amostra de sienogranito alterada; B. Amostra de monzogranito bastante alterada e friável devido à oxidação e alteração dos minerais.

## 4.2 Ensaios Geotécnicos

Os resultados dos ensaios realizados referentes à índice de forma, ensaios físicos, mecânicos e químicos estão apresentados na Tabela 2.

A partir dos resultados encontrados, verificou-se que os agregados da pedra SBS apresentaram forma mais lamelar em relação aos agregados da pedra JA Silveira, principalmente na fração 3/8". Essa maior lamelaridade dos agregados da pedra SBS pode ser justificada pela ocorrência de foliação em uma determinada parte do maciço

e também uma maior quantidade de fraturas em relação à pedra JA Silveira.

Isto ocorre, pois, a forma dos agregados está relacionada às estruturas e textura do maciço rochoso. Outro fator importante que interfere na lamelaridade é a dureza dos minerais. O monzogranito possui uma quantidade maior de quartzo em sua composição. Assim, por apresentar uma dureza maior, a tendência é que as partículas sejam mais cúbicas, como ocorreu no ensaio. Além disso, as britas de monzogranito possuem uma maior rugosidade em relação ao sienogranito.

**Tabela 2** Resultados dos ensaios geotécnicos realizados.

Ensaio	JA Silveira	SBS
Paquímetro (3/4")	1,57	1,99
Paquímetro (3/8")	2,5	2,61
Absorção (3/4") (%)	0,54	0,69
Absorção (3/8") (%)	1,46	1,05
Massa específica (3/4") (g/cm <sup>3</sup> )	2,75	2,66
Massa específica (3/8") (g/cm <sup>3</sup> )	2,55	2,58
Massa unitária (3/4") (Kg/dm <sup>3</sup> )	1,39	1,4
Massa unitária (3/8") (Kg/dm <sup>3</sup> )	1,21	1,35
Abrasão Los Angeles (%)	22,2	26,39
Perda ao Choque (Tretton) (%)	14,22	18,7
Resistência ao Esmagamento (%)	22,08	26,38
Sanidade (Alterabilidade) (3/4") (%)	1,28	1,72
Sanidade (Alterabilidade) (3/8") (%)	8,34	8,98

A fração 3/8" apresentou lamelaridade significativamente maiores em relação à fração 3/4", devido ao processo de britagem também influenciar na forma das partículas. Assim, quanto menor as partículas, maior a tendência de serem mais lamelares.

A absorção em ambas as rochas foi pequena em virtude de serem rochas ígneas que possuem uma estrutura maciça, baixa porosidade e poucas microestruturas. A foliação que foi constatada presente no sienogranito não interferiu no resultado deste ensaio. Isto pode ter acontecido pelo fato das britas coletadas não terem sido retiradas do local onde ocorria a foliação ou ainda pelo fato de a foliação ser apenas superficial e não chegando a penetrar profundamente o agregado. O agregado 3/8" da pedreira JA Silveira obteve um resultado superior com relação à SBS, isto pode ser explicado em razão do estado de alteração inicial das britas, pois, como foi mencionado, ocorre uma grande heterogeneidade na composição da pedreira JA Silveira, sendo que muitas porções ocorrem bastante alteradas.

A absorção na fração 3/8" foi superior em relação à fração 3/4", fato justificado pela maior área superficial de contato que as partículas menores possuem em relação às partículas maiores, permitindo assim, maior absorção por parte do agregado.

Quanto maior for a dureza dos minerais que compõem a rocha, menor será a abrasão ou desgaste sofrido. A maior perda de massa obtida após o ensaio de abrasão foi da brita SBS. Isso ocorre pois a brita SBS é constituída principalmente por feldspato alcalino (dureza 6 a 6,5), enquanto que a brita JA Silveira é composta principalmente por plagioclásio (dureza 6 a 6,5) e quartzo (dureza 7).

Os principais parâmetros que interferem no resultado do ensaio de Perda ao Choque são tenacidade, dureza e presença de microestruturas e minerais de alteração. A tenacidade é uma medida de quantidade de energia que um material pode absorver antes de fraturar. O monzogranito possui uma alta quantidade de biotita em sua composição (cerca de 50% dos minerais que compõem a rocha). A biotita é um mineral com alta tenacidade, ou seja, possui uma alta resistência contra choques. A presença feldspato alcalino como mineral principal na composição do sienogranito (cerca de 45% dos minerais que compõem a rocha) auxilia para a alta perda ao choque do material pois a rocha apresenta baixa tenacidade em virtude da granulação. Assim, quanto maior a granulometria (textura), maior a probabilidade de ocorrerem pontos de fraqueza, aumentando a ocorrência de microestruturas nos minerais e diminuindo a resistência da rocha. Estas características influenciaram para que a perda ao choque fosse maior no sienogranito.

Como observado no ensaio de abrasão, o ensaio de Perda ao Choque registrou o sienogranito SBS como maior quantidade de material perdido. Isto ocorre pelo fato

do monzogranito possuir maior quantidade de minerais de quartzo em sua composição e também pelo fato do sienogranito possuir uma foliação que atua como planos de fraqueza, resultando na alta desagregação do agregado e possivelmente aumentando a alteração do material.

O ensaio de resistência ao Esmagamento é determinado por características como dureza, presença de microestruturas e minerais de alteração e também pela lamelaridade das partículas. Isso ocorre pelo fato de que partículas lamelares permitem uma maior quantidade de vazios e possibilitam que as partículas se quebrem e se reorganizem durante o esmagamento. Como ocorreu nos dois ensaios mecânicos anteriores, no ensaio de Resistência ao Esmagamento, o sienogranito teve maior perda de material do que o monzogranito, principalmente em função da sua composição e, neste ensaio, pela maior presença de partículas lamelares em sua composição. Pode-se realizar uma correlação entre o ensaio de Abrasão Los Angeles e o ensaio de Esmagamento. Em ambos, os resultados de perda encontrados foram muito semelhantes. Isto ocorre, pois, os dois ensaios são influenciados pelas mesmas características, como dureza, presença de microestruturas e minerais de alteração. Em função dos resultados terem atingido um valor muito semelhante, eles expressam uma maior confiabilidade em função de sua correlação.

O ensaio de sanidade é determinado por características como composição da rocha, reatividade dos minerais com a solução e também microestruturas, como fraturas. Os resultados obtidos demonstram que o monzogranito possui uma menor alterabilidade do que o sienogranito. Isto pode ser explicado pela maior quantidade de quartzo que ocorre no monzogranito e também pelo fato de o sienogranito possuir uma foliação que facilita a alteração.

Os agregados da fração 3/8" resultaram em um índice de alterabilidade muito maior em relação aos agregados da fração 3/4", isto se deve a sua maior superfície de contato com a solução durante o ensaio.

## 5 Conclusões

Na pedreira SBS é explorado um sienogranito que contém pequenas frações de monzogranito, de textura fanerítica, possuindo pequenas partes foliadas, bastante fraturado e contendo uma rocha pouco alterada. Já na pedreira JA Silveira é explorado um monzogranito bastante heterogêneo, possuindo bolsões de granodiorito, intrusões de pegmatito e pequenas partes de sienogranito, de textura fanerítica, bastante fraturado e contendo boa parte de rocha pouco alterada, porém com porções com maior alteração.

A análise petrográfica mostrou-se fundamental para a identificação inicial das características e do comportamento dos maciços rochosos, tais como textura, composição, grau de alteração e presença de estruturas. Os ensaios

de caracterização geotécnica complementaram a análise petrográfica e foram importantes para a determinação de uma previsão de um comportamento dos agregados.

As rochas da pedreira JA Silveira localizam-se em uma região no centro do batólito, ou seja, uma região geológica mais estável, enquanto que as rochas da pedreira SBS se encontram em uma região da borda do batólito, cuja instabilidade é maior. Dessa forma, conclui-se que o sienogranito é uma rocha mais recente que o monzogranito.

Isto posto, destaca-se coerência entre os resultados laboratoriais encontrados com as diferentes rochas, uma vez que o monzogranito detém maior tempo para se estabilizar, devido ao fato de ter aflorado anteriormente à superfície.

Dessa forma, muito embora os ensaios de caracterização laboratorial denotem pequenas variações entre os resultados laboratoriais, as rochas de ambas as pedreiras possuem potencial para utilização como revestimento, rocha ornamental e pedras britadas

Por fim, para a realização de um correto controle tecnológico do material rochoso, é imprescindível que sejam ensaiadas amostras representativas da porção que está sendo lavrada. O acompanhamento da lavra por meio de avaliações geológicas do maciço rochoso pode orientar as operações de extração e beneficiamento e com isto manter a qualidade do agregado a ser comercializado, garantindo

o devido controle de qualidade durante as operações de britagem e assegurando que as propriedades físicas dos agregados não variem excessivamente.

## 6 Referências

- Back, A.H. 2018. Avaliação das propriedades químicas e geomecânicas de agregados oriundos de jazidas de rochas de diferentes litologias do estado do RS. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Dissertação de Mestrado, 179p.
- Frazão, E.B. 2002. Tecnologia de Rochas na Construção Civil. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental São Paulo, 132p.
- Philipp, R.P. & Campos, R.S. 2004. Geologia, Petrografia e Litogeoquímica dos Gnaisses Porto Alegre, RS, Brasil: Implicações Geotectônicas. *Pesquisas em Geociências*, 31(2): 79-94. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.19575>.
- Philipp, R.P.; Machado, R.; Nardi, L.V.S. & Lafon, J.M. 2002. O magmatismo granítico neoproterozóico do batólito Pelotas no sul do Brasil: Novos dados e revisão da geocronologia regional. *Revista Brasileira de Geociências*, 32(2): 277-290.
- Tics. 2011. Tecnologias de Comunicação e Informação nos Cursos de Graduação. Apostila de Materiais de Construção Básicos. Universidade Aberta do Brasil, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense. 143p.

Recebido em: 13/07/2020

Aprovado em: 18/12/2020

### How to cite:

Wojahn, R.E.; Clemente, I.M.; Back, A.H.; Nummer, A.V.; & Pinheiro, R.J.B.. 2021. Avaliação das Propriedades Tecnológicas de Agregados de Composição Granítica Oriundos de Duas Jazidas do Estado do Rio Grande do Sul. *Anuário do Instituto de Geociências*, 44: 36308. DOI 1982-3908\_2021\_44\_36308