

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE DUAS JAZIDAS UTILIZADAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL LOCALIZADAS NO BATÓLITO DE PELOTAS/RS

Rael Ernani Wojahn

Mestrando – Universidade Estadual de Londrina
raelernani@gmail.com

Ana Helena Back

Doutoranda - Universidade Federal de Santa Maria
anahback@hotmail.com

Andrea Valli Nummer

Professora – Universidade Federal de Santa Maria
a.nummer@gmail.com

Igor Magalhães Clemente

Professor – Universidade Federal do Pampa
igorclemente@unipampa.edu.br

Rinaldo J. B. Pinheiro

Professor – Universidade Federal de Santa Maria
rinaldo@ufsm.br

Resumo. *O presente trabalho 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 está localizada no centro do batólito, caracterizada por rochas predominantemente granodiorítica a monzogranítica. A pedreira SBS está localizada na borda do batólito, caracterizada por sienogranitos. O estudo foi baseado em análise composicional macroscópica dos maciços rochosos, análise estrutural e ensaios laboratoriais de caracterização geotécnica. Foi realizada uma correlação entre as rochas das duas pedreiras de modo a explicar as diferentes composições, estruturas e resultados dos ensaios em função dos diferentes locais de afloramento de cada uma das jazidas. Através da interação entre os métodos de análise petrográfica e ensaios de caracterização geotécnica, conseguiu estabelecer uma correlação entre as duas*

jazidas bem como uma explicação geológica-geotécnica para as distinções que ocorrem entre as duas rochas.

Palavras-chave: *Geologia de engenharia. Agregados. Pedreiras.*

1. INTRODUÇÃO

As rochas são importantes matérias-primas utilizadas pelo homem há vários milênios. Atualmente, as rochas são utilizadas para diversas finalidades pelo setor da construção civil, como agregados para concreto de cimento Portland e concreto asfáltico, lastros ferroviários, como material para revestimentos, uso ornamental, etc.

De acordo com Tics (2011), a utilização de rochas como material de construção requer uma escolha criteriosa pois depende de vários 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.

A etapa de controle tecnológico do material rochoso se torna imprescindível para se obter rochas de qualidade mecânica, química e física suficientes para sua futura aplicação na obra civil desejada. Para um correto controle tecnológico, é necessário levar-se em consideração diversas características de um material rochoso, como sua composição mineralógica, seus minerais de alteração, estruturas geológicas que indiquem zonas de fraqueza (fraturas, falhas e veios), etc.

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 geológica juntamente com seus processos de alteração, fatores estes, que estão diretamente associados com a história evolutiva da região de extração (BACK, 2015).

O presente trabalho enfoca no estudo geológico-geotécnico de duas pedreiras de composição granítica localizadas em porções distintas do batólito de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul, através da descrição geológica das pedreiras e de ensaios

laboratoriais, visando a determinação das propriedades tecnológicas das respectivas jazidas.

Segundo Streckeisen (1967) o granito é definido como uma rocha ígnea plutônica, sendo composto principalmente de quartzo, feldspato e minerais ferro-magnesianos. As principais características dessas rochas são a homogeneidade, a isotropia, alta resistência à compressão e baixa porosidade.

As macros e microanálises das composições das jazidas de rochas aliada aos ensaios geotécnicos de agregados britados, exibem uma forma de interação e intersecção de conhecimento entre diferentes áreas do saber (geologia e engenharia) a fim de se obter controles tecnológicos corretos e concisos para então se praticar a engenharia através da aplicação deste material rochoso nas diversas estruturas civis.

2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas de estudo estão localizadas à cerca de 28 km de distância uma da outra. A pedreira JA Silveira está localizada no bairro Monte Bonito pertencente ao município de Pelotas, distante aproximadamente 18 km da cidade de Pelotas e 215 km da capital do estado, Porto Alegre (Fig. 1).

O principal acesso à pedreira é feito partindo da cidade de Pelotas pela BR-392 percorrendo 12 km a oeste, desde o entroncamento com a BR-116. Em seguida, pega-se uma estrada vicinal não pavimentada e segue-se por 3 km onde dará acesso a jazida. A pedreira possui aproximadamente 1100 m² 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.

A pedreira SBS está localizada no município de Capão do Leão, distante aproximadamente 13 km da cidade de Pelotas

e 228 km da capital do estado, Porto Alegre (Fig. 1).

O principal acesso à pedreira é feito partindo da cidade de Pelotas pela BR-116 percorrendo 6 km a sudoeste, desde o entroncamento com a BR-392. Após percorridos, pega-se a BR-293 e anda-se por 4 km até o acesso a Capão do Leão. Em seguida, pega-se a avenida Narciso Silva e segue-se por 3 km até a rua Manoel Santos Vitória onde dará acesso a jazida. A pedreira possui aproximadamente 1200 m² 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.

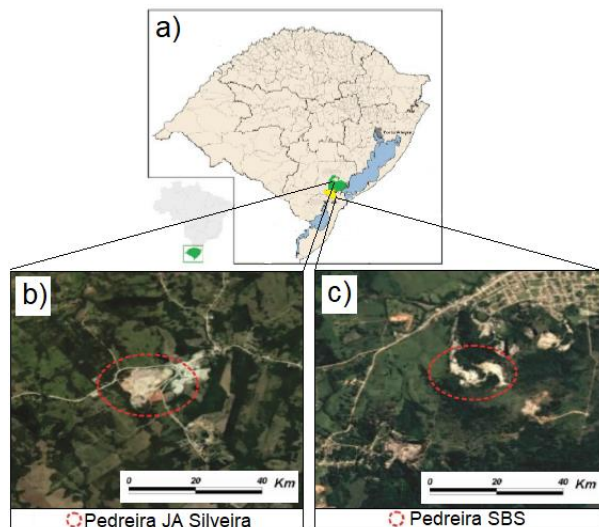


Figura 1 - Mapa de localização das áreas de estudo. (a) o estado do Rio Grande do Sul, em (b) a pedreira JA Silveira e em (c) a pedreira SBS.

2.1 Pedreira JA Silveira

A pedreira JA Silveira possui uma rocha predominantemente monzogranítica de coloração branca e preta onde predomina o branco. Porém ocorre bastante heterogeneidade ao longo da jazida, ocorrendo também granodioritos de coloração branca e preta onde predomina o preto, porções de

siengranitos de coloração predominantemente rosada e também veios de pegmatito e quartzo presentes em todas as partes da pedreira. A Fig. 2 mostra uma visão frontal da jazida.

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 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 e mais alteradas por óxidos. A Fig. 3 e a Fig. 4 demonstram em detalhes os diferentes tipos litológicos encontrados na jazida.



Figura 2 - Vista frontal da pedreira JA Silveira

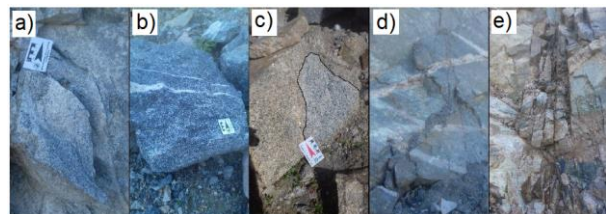


Figura 3 - Diferentes tipos litológicos encontrados na pedreira. Em (a) o monzogranito. (b) granodiorito sendo cortado por veios de quartzo. (c) rocha perto de falha com destaque para a diferença entre a rocha sã e a rocha alterada. (d) monzogranito com destaque para os veios de pegmatito. (e) uma falha com destaque para a presença de uma rocha mais alterada e friável.

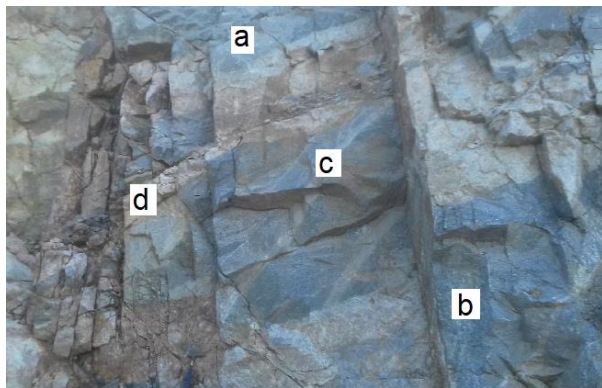


Figura 4 - Foto de parte da jazida onde fica evidente a heterogeneidade da mesma. Em (a) ocorre monzogranito. (b) granodiorito. (c) veios de pegmatito. (d) rocha alterada.

2.2 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 Fig. 5 mostra a visão frontal da jazida.



Figura 5 - Vista frontal da pedreira SBS.

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 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 e mais alteradas por minerais de alteração. A Fig. 6 e Fig. 7 demonstram a pequena variação de rochas que ocorre na jazida.

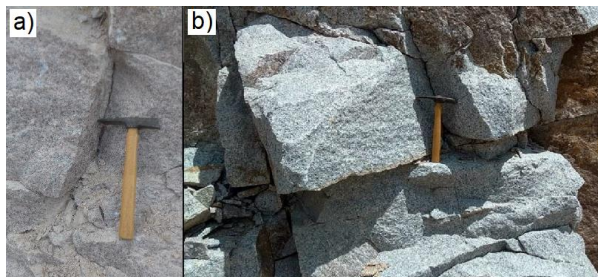


Figura 6 - Diferentes tipos litológicos encontrados na pedreira. Em (a) sienogranito. (b) monzogranito.

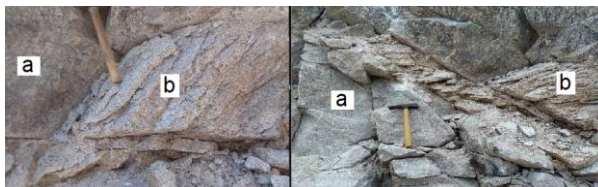


Figura 7 - Foto de zonas de falhas na jazida, onde fica evidente em (a) rocha pouco alterada e em (b) rocha alterada.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa consistiram-se de duas etapas: (a) 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; (b) etapa de laboratório quando as amostras de mão foram descritas no Laboratório de Petrografia da Universidade Federal do Pampa e foram realizados os ensaios de caracterização do material britado no Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Maria.

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 resume os ensaios realizados e as normas utilizadas para tal.

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

Ensaio Laboratoriais	Normas
Petrografia	NBR 7389/92
Índice de Forma (Paquímetro)	NBR 7809/06
Absorção	NBR NM 53/09
Abrasão Los Angeles	NBR NM 51/01
Tenacidade Treton	DNER-ME 399/99
Resistência ao Esmagamento	DNER-ME 197/97
Sanidade	DNER-ME 89/94

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise petrográfica

Foram coletadas 9 amostras de mão ao longo de todas as porções da pedreira JA Silveira e elas foram descritas macroscópica e microscopicamente segundo as normas da NBR 7389 - Análise petrográfica de agregados (ABNT, 1992).

As amostras de monzogranito são compostas predominantemente por quartzo, plagioclásio e biotita. Possuem óxidos e sericita como minerais acessórios. A textura é fanerítica e a estrutura maciça. As rochas ocorrem pouco alteradas. A Fig. 8 mostra as amostras de monzogranito coletadas.

As amostras de granodiorito são compostas predominantemente por biotita e plagioclásio. Possuem quartzo e óxidos como minerais acessórios. A textura é fanerítica e a estrutura maciça. As rochas ocorrem pouco alteradas. A Fig. 9 mostra as amostras de granodiorito coletadas.



Figura 8 - Amostras de monzogranito.



Figura 9 - Amostras de granodiorito.

Também foram coletadas amostras de locais, como zonas de falha, onde a rocha ocorria com maior grau de alteração. Essas amostras são compostas predominantemente por quartzo, óxidos e plagioclásio. Possuem biotita como mineral acessório. A textura é fanerítica e a estrutura maciça. As rochas ocorrem muito alteradas e friáveis. A Fig. 10 mostra as amostras mais alteradas que foram coletadas.



Figura 10 - Amostras alteradas que foram coletadas.

Também foram coletadas amostras britadas nas frações 3/4 e 3/8 (Fig. 11) que foram utilizadas na realização dos ensaios geotécnicos.

As pedras britadas da pilha 3/4 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. As britas da pilha 3/8 possuem tamanho e composição heterogênea. Ocorre predominância de monzogranitos, mas também ocorrem britas apenas de granodioritos, apenas de quartzo, britas provenientes de falhas que ocorrem alteradas e também algumas poucas britas de sienogranito.



Figura 11 - Amostras britadas coletadas nas frações 3/4 e 3/8.

Foram coletadas 6 amostras de mão ao longo de todas as porções da pedreira SBS e elas foram descritas macroscópica e microscopicamente segundo as normas da NBR 7389 - Análise petrográfica de agregados (ABNT, 1992).

As amostras de sienogranito são compostas predominantemente por feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio. Possuem óxidos e biotita como minerais acessórios. A textura é fanerítica e a estrutura varia de maciça a foliada. As rochas ocorrem pouco alteradas. A Fig. 12 mostra as amostras de sienogranito coletadas.

As amostras de monzogranito são compostas predominantemente por biotita, plagioclásio e quartzo. Possuem óxidos e feldspato alcalino como minerais acessórios. A textura é fanerítica e a estrutura maciça. As rochas ocorrem pouco alteradas. A Fig. 13

mostra as amostras de monzogranito coletadas.



Figura 12 - Amostras de sienogranito.

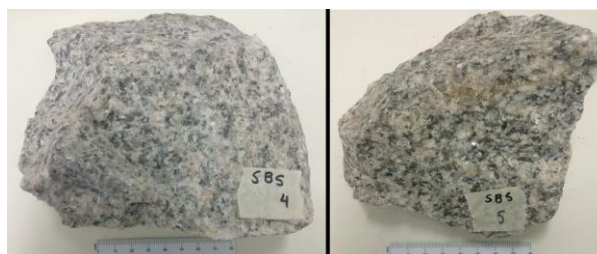


Figura 13 - Amostras de monzogranito.

Também foram coletadas amostras de locais, como zonas de falha, onde a rocha ocorria com maior grau de alteração. Essas amostras são compostas predominantemente por argilominerais, feldspato alcalino e quartzo. Possuem clorita, óxidos e biotita como mineral acessório. A textura é fanerítica e a estrutura maciça. As rochas ocorrem muito alteradas e friáveis. A Fig. 14 mostra as amostras mais alteradas que foram coletadas.

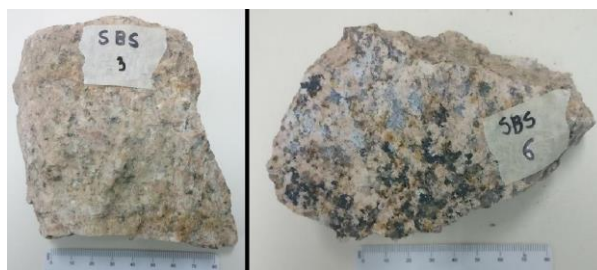


Figura 14 - Amostras alteradas coletadas.

Também foram coletadas amostras britadas nas frações 3/4 e 3/8 (Fig. 15) que foram utilizadas na realização dos ensaios geotécnicos.

As pedras britadas da pilha 3/4 possuem

um tamanho heterogêneo e uma composição onde predomina o sienogranito, sem muitas variações, porém as britas não tem uma composição padrão. As pedras britadas da pilha 3/8 possuem um tamanho heterogêneo e uma composição onde predomina o sienogranito, sem muitas variações, porém as britas não tem uma composição padrão.



Figura 15 - Amostras britadas coletadas nas frações 3/4 e 3/8.

4.2 Ensaios geotécnicos

Os resultados dos ensaios realizados referentes à índice de forma, absorção, abrasão, resistência ao choque e esmagamento do agregado e de sua degradação química são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios realizados

	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
Abrasão Los Angeles (%)	22,2	26,39
Tenacidade Treton (%)	14,22	18,7
Resist. ao Esmagamento (%)	22,08	26,38
Sanidade 3/4 (%)	1,28	1,72
Sanidade 3/8 (%)	8,34	8,98

Podemos concluir que os agregados da pedreira SBS apresentam uma forma mais lamelar em relação aos agregados da pedreira

JA Silveira, que são mais cúbicos. Esta forma mais lamelar dos agregados da pedreira SBS pode ser explicada por a pedreira SBS apresentar uma foliação em uma determinada parte do maciço e também uma maior quantidade de fraturas em relação à pedreira 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.

A fração 3/8 apresentou resultados significativamente maiores em relação à fração 3/4. Isso se deve 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 baixa 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 e isto pode ser explicado pelo fato de a brita 3/8 ter uma maior superfície de contato com o líquido, ocorrendo assim, maior absorção.

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 com 26,39%. 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 deste ensaio 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, 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 auxilia para a alta perda ao choque do material pois a rocha apresenta baixa tenacidade em virtude da granulação. Ou seja, quanto maior a granulação (textura), maior a probabilidade de haverem 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 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 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 alterabilidade.

A pilha 3/8 resultou em um índice de alterabilidade muito maior e isto se deve a sua maior superfície de contato com a solução no ensaio. O ensaio de sanidade possui uma correlação com o ensaio de absorção, ou seja, quanto maior a absorção, maior deve ser a

alterabilidade do material. Esta correlação ocorreu na pilha 3/4, onde o sienogranito obteve maior absorção e maior alterabilidade, porém não ocorreu para a pilha 3/8. Isto pode ter ocorrido devido a heterogeneidade da pedra JA Silveira, uma vez que as britas utilizadas no ensaio de absorção não foram as mesmas utilizadas no ensaio de sanidade.

5 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, podemos concluir que na pedra 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 pedra 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 um comportamento do agregado.

As rochas da pedra JA Silveira localizam-se em uma região no centro do batólito, ou seja, uma região estável, enquanto que as rochas da pedra 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, ambas as jazidas de rochas são classificadas para utilização como agregados em obras de engenharia.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABNT. Agregados - **Análise Petrográfica de Agregado para Concreto** – NBR 7389/92. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992.

ABNT. Agregados Graúdos - **Determinação De Massa Específica, Massa Específica Aparente e Absorção** - NBR NM 53/09. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009.

ABNT. Agregados Graúdos - **Determinação do Índice de Forma pelo Método do Paquímetro** - NBR NM 7809/83. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1983.

ABNT. Agregados Graúdos - **Ensaio de abrasão “Los Angeles”** - NBR NM 51/01. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001.

BACK, A.H. **Macroanálise de uma jazida de rocha em Santa Maria/RS e caracterização de seu material granular**. 2015. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de

Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

DNER. Agregado – **Avaliação Da Durabilidade Pelo Emprego De Soluções De Sulfato De Sódio Ou De Magnésio** – DNER-ME 89/94. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Rio de Janeiro: 1994.

DNER. Agregado Graúdo – **Determinação da Resistência do Esmagamento** – DNER-ME 197/97. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Rio de Janeiro: 1997.

DNER. Agregados – **Determinação da Perda ao Choque no Aparelho Treton** – DNER-ME 399/99. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Rio de Janeiro: 1994.

FRAZÃO, E. B. **Tecnologia de Rochas na Construção Civil** – São Paulo: ABGE, 2002.

STRECKEISEN, A. L. **Classification and nomenclature of igneous rocks**. Final report of an inquiry. Neues Jahrbuch fur Mineralogie, Abhandlungen, 107, 144-240. 1967.

TICS – **Tecnologias de Comunicação e Informação nos Cursos de Graduação**. Apostila de Materiais de Construção Básicos. 2011, Universidade Aberta do Brasil, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense.