

## CARACTERIZAÇÃO DO MACIÇO ARENÍTICO DA REGIÃO DE SÃO CARLOS E UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO DE CONCRETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Migliato, C. L.<sup>(1)</sup>; Fontanini, P.S.P.<sup>(2)</sup>; Pimentel, L. L.<sup>(3)</sup>

(1) PUC-Campinas, e-mail: [caiolmigliato@uol.com.br](mailto:caiolmigliato@uol.com.br)

(2) C-Campinas, [patricia.stella@puc-campinas.edu.br](mailto:patricia.stella@puc-campinas.edu.br)

(3) PUC-Campinas, [lialp@puc-campinas.edu.br](mailto:lialp@puc-campinas.edu.br)

### Resumo

*A extração de agregados areníticos é uma atividade essencial para a produção de subprodutos específicos, empregados no setor da construção civil. Entretanto, ainda existe uma deficiência na caracterização de propriedades físicas e geológicas dos maciços areníticos. O trabalho proposto tem como objetivo realizar dois experimentos para o maciço rochoso arenítico localizado na região da cidade de São Carlos no Estado de São Paulo. O primeiro experimento é relativo ao aspecto geológico da rocha. No experimento será identificada a localização geográfica e investigados os índices de porosidade e absorção da rocha em questão. No mesmo experimento é verificada a resistência à compressão normal da rocha isoladamente. No segundo experimento é realizado o ensaio de resistência à compressão, utilizando o arenito britado como agregado fino da confecção de concreto para a construção civil. Os experimentos têm o intuito: identificar propriedades e avaliar a possibilidade da utilização do agregado arenítico na composição de concreto. O presente trabalho de iniciação científica pretende contribuir com novas informações sobre a caracterização do maciço arenítico e dados relativos à resistência a compressão, e justificar sua utilização como agregado.*

**Palavras-chave:** maciço arenítico; agregados para concreto; arenito.

### Abstract

*The arenite extration is an essential activity for the specific product production in the civil construction sector. However, there is a deficiency in the physical and geologic properties characterization of arenites. This work developed two experiments in matrix sandstone of São Carlos region (city of São Paulo State – Brazil). The first experiment evaluated of arenite geologic aspect. In this experiment investigated some geologic indices (rock porosity and absorption). In these same fragments were tested the rock compressive strength. In another experiment some arenite fragments were used in concrete composition. These experiments have two purposes. The first purpose identifies and evaluates possibilities to use arenite in the concrete composition. The second purpose was the identifying of maximum resistance compression from São Carlos arenite matrix. The present work is an under graduated project, and it contributes with new information on the arenite characterization and database of sandstone compression resistance. This work shows some possibilities to use this type of sandstone as a new aggregate.*

**Keywords:** arenite, concrete, sandstone.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um importante consumidor de recursos naturais, entre eles, os materiais básicos que merecem destaque são: areia (em suas diversas granulometrias), brita e argila. Esses materiais são empregados no setor, tanto em sua forma natural, como no produto transformado. Decorrente do grande crescimento do setor, o consumo de materiais tem experimentado um aumento considerável também. Os materiais básicos têm um valor unitário muito baixo, o que acaba incitando o desperdício em canteiro de obra dos materiais, bem como, estoques exagerados e mau armazenamento dos materiais. Para a extração de tais minerais, dispomos da atividade de mineração, que quando mal planejada pode ocasionar graves impactos ao meio ambiente. Para o desenvolvimento da pesquisa, estuda-se a extração do maciço arenítico localizado em uma Pedreira específica na região de São Carlos, do interior do Estado de São Paulo (Figura 01).



Figura 1 – Foto de Satélite da região de extração de Arenito em São Carlos – SP

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sobre o histórico da região de São Carlos, pode-se destacar que, as primeiras pessoas a se instalarem no município foram os índios Guaianases. Essas terras tiveram, primeiramente, a exploração dos imigrantes. A cidade de São Carlos dos anos de 1880 a 1890 foi elevada ao nível de cidade e passou a ter água potável e esgoto encanado e luz elétrica. A partir dos anos 40 passou a ter as universidades que deram maior destaque à cidade. A cidade de São Carlos, atualmente, é privilegiada pela localização, e beneficiada pela presença de jazidas de rochas sedimentares, também tem sido uma região solicitada para a implementação de investimentos industriais. Alguns estudos nesta área têm sido desenvolvidos (BORGES, 1999; FARIAS, 1999; TEIXEIRA, 2000), mas existem lacunas que podem ser compreendidas, com relação à caracterização geológica da região, e desta forma, a pesquisa contribui para o conhecimento da área aplicada à engenharia civil.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia proposta está baseada na investigação e levantamento bibliográfico da literatura disponível na área de engenharia de solos, materiais aplicados à construção civil para a elaboração do estudo de caso (GIL, 2002). A pesquisa foi iniciada com a consulta, por parte do orientado, de iniciação científica em periódicos e revistas especializadas. Posteriormente, o pesquisador coletou cerca de 30 amostras em campo, na pedreira localizada nas proximidades da cidade de São Carlos e realizou a identificação dos principais minerais

componentes da rocha sedimentar. O pesquisador realizou o ensaio do a prensa puntiforme para a determinação da resistência a compressão simples para as 30 amostras coletadas, sendo 15 amostras de arenito amarelo e 15 amostras de arenito vermelho. A partir do ensaio da prensa puntiforme, foi determinado o Índice de Resistência Puntiforme e posteriormente, transformado em resistência a compressão simples. Após o ensaio de resistência da rocha, o pesquisador submeteu as amostras a pesagem, com o auxílio da balança, para a verificação do peso natural das amostras. Após a pesagem, as amostras foram encaminhadas a estufa, onde permaneceram cerca de 7 dias. As amostras novamente foram pesadas, com o intuito de se obter o peso seco de todas as amostras. As amostras então foram submersas, e após 7 dias, as amostras novamente foram pesadas, e foram obtidos os pesos saturados de cada um dos arenitos. Também foi realizada a pesagem do peso submerso de cada uma das amostras. De posse dos dados, o pesquisador calculou dos importantes índices físicos: índice de porosidade e índice de absorção de cada uma das amostras de arenito selecionadas. Após os ensaios geotécnicos. As amostras de arenito foram submetidas ao triturador. O triturador transformou as amostras em areia sedimentar. Posteriormente, a areia, provinda da rocha sedimentar foi adicionada ao traço do concreto realizado em laboratório. Foram confeccionados 7 corpos de prova de concreto. Os corpos de prova experimentaram um tempo de cura de 7 dias, posteriormente foram colocadas em um recipiente com água por mais dois dias, e depois foram rompidas, com o objetivo de se amostrar a resistência a compressão simples, ao se considerar o arenito como um componente do concreto produzido.

#### 4. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO MACIÇO ARENÍTICO

As amostradas coletadas na região de São Carlos – SP, tem uma coloração amarelada, com tonalidades avermelhadas. A mudança de coloração é definida em função dos componentes minerais encontradas nas diferentes amostras de rocha sedimentares. A partir da análise à vista desarmada, realizada em laboratório, observou-se que, os principais componentes do arenito amostrado são: ortoclásio, plagioclásio e quartzos de diversas tonalidades, além do material orgânico, e traços de argila e silte em sua composição. Observou-se a textura granular das amostras, e evidenciou a presença de partículas de quartzos e, feldspatóides na superfície da rocha. Observou-se, também, no local de extração, a grande compacidade do maciço rochoso, que se distribui ao longo da região com diversas tonalidades de cores (Figura 02).



Figura 02 – Pedreira de Extração de arenito amarelo e arenito vermelho – São Carlos – SP.

O maciço arenítico da região de São Carlos é formado basicamente de três tipos de arenitos: arenito amarelo, arenito vermelho e o arenito mesclado. Todos arenitos têm como minerais básicos: ortoclásio, plagioclásio (ambos minerais da classe feldspatóides) e quartzo de cores variadas, que garantem as tonalidades alaranjadas e avermelhadas. Após a realização dos

ensaios de pesagem, observou-se os índices físicos das amostras com relação a absorção e porosidade. Sabe-se que a grandeza do índice de absorção, e índice de porosidade têm um impacto considerável na formação da resistência do maciço arenítico. Pode-se dizer que, quanto menos poroso o arenito, maior será a sua resistência a compressão puntiforme aplicada. Para identificar os índices físicos e a resistência da rocha sedimentar separadamente foram realizados testes a partir da utilização da estufa, balança hidrostática e prensa puntiforme para a ruptura das rochas escolhidas e coletas “in loco” (ver figura 03). Foram realizados os testes para a obtenção dos índices de porosidade e índice de absorção em 15 amostras do corpo de prova de arenito amarelado e 15 amostras do arenito avermelhado. Observou-se que o índice de absorção médio apresentado pelas amostras do maciço arenítico, que foi de 2% e, o índice médio de porosidade média foi de 5% (ver Figura 03).

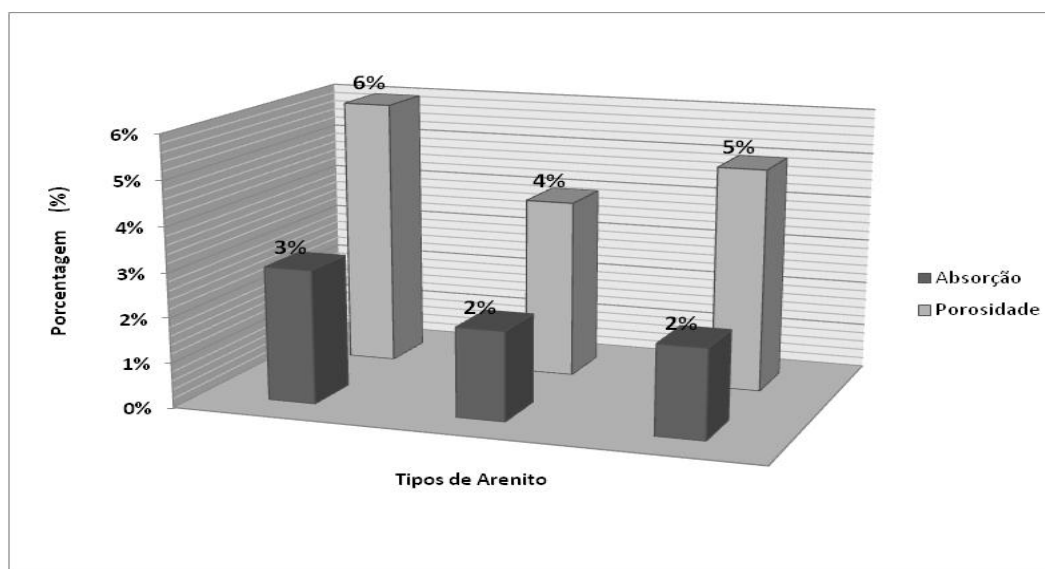


Figura 03 – Resistência à Compressão Simples para as amostras do maciço arenítico amarelo

Também foram realizados os testes a compressão puntiforme, para a determinação posterior da compressão simples do corpo arenítico. Observa-se na Figura 04, os resultados da amostragem realizada em laboratório para as amostras de rocha de arenito amarelo:

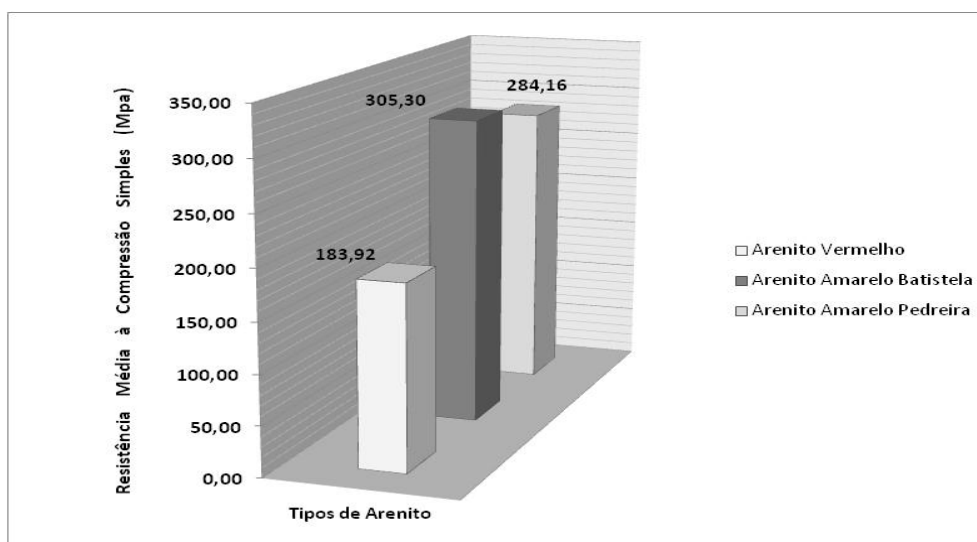


Figura 04 – Índices de Absorção e Porosidade encontrados para as amostras do maciço arenítico amarelo

A resistência à compressão simples média encontrada para as amostras do maciço arenítico amarelo foi de 305 Mpa, ou seja, uma resistência muito superior a resistência esperada de

uma rocha sedimentar testada nas mesmas condições em laboratório (temperatura e umidade ambiente, com o auxílio da prensa puntiforme). Pode-se observar na Figura 05, que a máxima resistência esperada para um arenito é de 250 Mpa (VAZ, 1996; SERRA JR; OJIMA, 1998). Portanto, comprova-se que o arenito experimentado é de alta resistência.

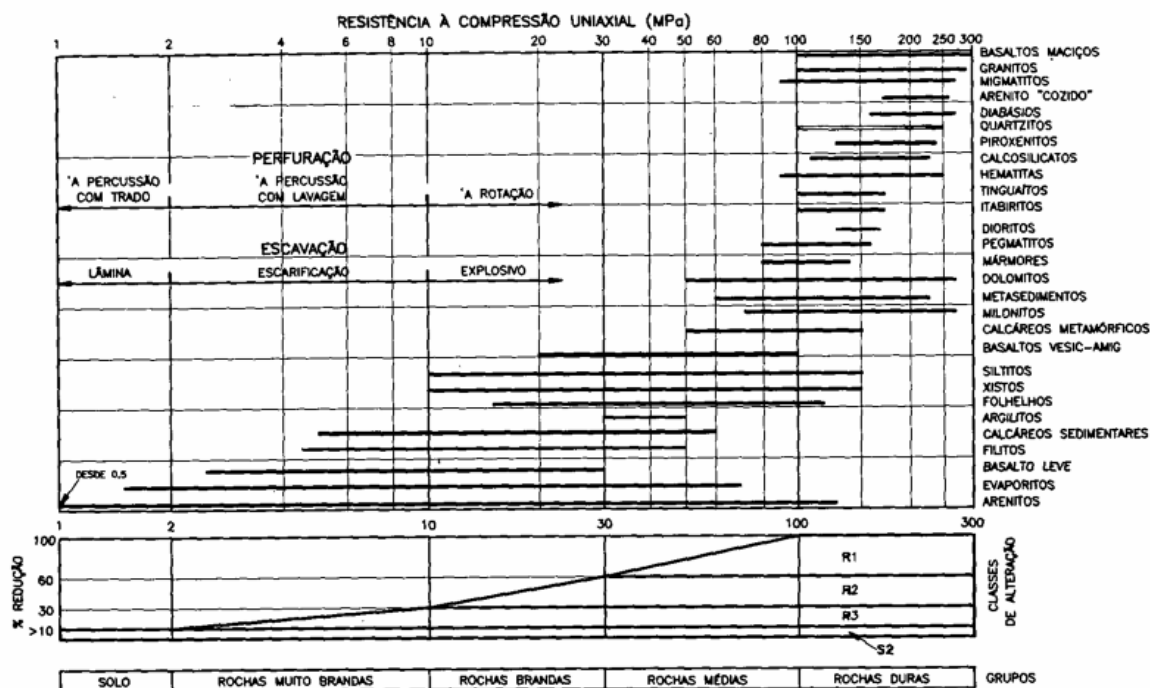


Figura 05 - Resistência à compressão Uniaxial e Classes de Alteração (Vaz, 1996)

## 5. CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO MIÚDO DE ARENITO BRITADO

A amostra de arenito triturada foi caracterizada como areia de MF igual a 3,48 e diâmetro máximo de 4,8 mm, caracterizando areia na zona utilizável superior segundo a NBR 7211/2009.

## 6. CARACTERIZAÇÃO DO CONCRETO

A proporção de mistura em massa adotada foi 1 : 2 : 3 e  $a/c = 0,5$ ; os corpos de prova foram mantidos em cura submersa até idade de execução dos ensaios. Os ensaios para determinação da capacidade de absorção de água por imersão foi executado aos 21 dias de idade e apresentou um resultado de 5,6%. O ensaio para determinação do módulo de elasticidade foi realizado em prensa hidráulica informatizada, modelo DL 3000, da EMIC, com capacidade de 30 toneladas-força, aos 21 dias de idade conforme NBR 8522, e apresentou resultado de 29,9 GPa. A resistência a compressão foi determinada a 7 e 28 dias de idade e a média dos valores são apresentados na figura 6.

## 7. CONCLUSÕES

Conclui-se que o maciço arenítico da região do estado de São Paulo, é um maciço bastante coeso, e apresenta uma estrutura compacta e de alta resistência (em algumas amostras se comparando a resultados alcançados em ensaios com rochas ígneas em iguais condições). Também observa-se neste maciço a presença de minerais que auxiliam nesta composição de alta resistência. A alta resistência encontrada na rocha, no ensaio de compressão puntiforme reforça dos resultados obtidos no ensaio a compressão simples, quando se foi empregada a rocha sedimentar arenítica como agregado miúdo na confecção de corpos de prova de

concreto. Tanto, conclui-se que é possível utilizar-se o arenito amarelo da região de São Carlos (após realizada asua britagem) como agregado, resultando em um aumento da resistência do concreto como um todo.

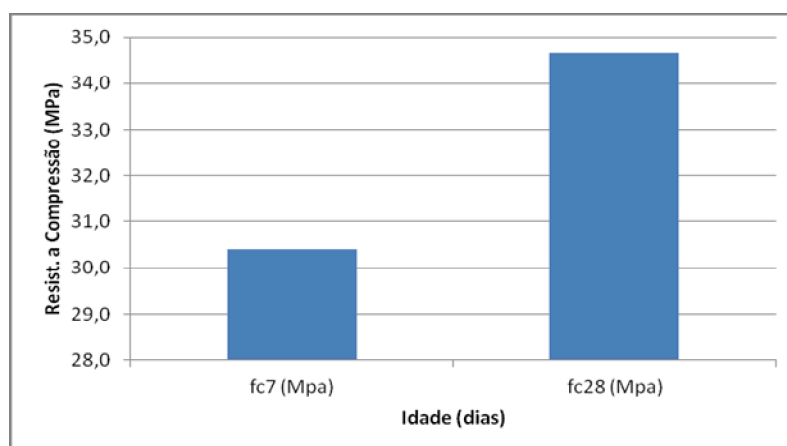


Figura 6 – Resistencia a compressão do concreto a 7 e 28 dias.

## REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009). **NBR 248-** Agregado para concreto – Determinação da composição granulométrica, 2009. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009). **NBR 7211** - Agregado para concreto – especificação, 2009. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008). **NBR 8522** - Concreto - determinação do módulo estático de elasticidade à compressão, 2008. Rio de Janeiro.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**, Editora LTC, vol 1, Rio de Janeiro, 2005.
- BORGES, Roxana Cardoso Brasileiro. **Função Ambiental da Propriedade Rural**. São Paulo : LTr. 1999.
- FARIAS, Paulo José Leite. **Competência federativa e proteção ambiental**. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris, 1999.
- GIL, Antonio Carlos. **Metodologia Científica**. 4ª. Ed. São Paulo. Atlas, 2002.
- TEIXEIRA, Sálvio de Figueiredo. O Meio Ambiente. **Revista Consulex**, ano IV, n.º 46, outubro/2000.
- SERRA JR, E. ; OJIMA, L.M. Caracterização e Classificação de Maciços Rochosos. In: OLIVEIRA, A.M.S, BRITO, S.N.A (ed.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. Cap.13, 1998. p. 211-226.
- VAZ, L.F. Classificação Genética dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em Regiões Tropicais. In: Solos e Rochas – revista brasileira de geotecnia, São Paulo, v.19, n.2, 1996.p.117-136.
- YILMAZ, M.; TUĞRUL, A. The effects of different sandstone aggregates on concrete strength. İstanbul University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Avcılar/İstanbul, Turkey, Available online 18 May 2012. **Construction and Building Materials** Volume 35, October 2012, Pages 294–303

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Pontificia Universidade Católica de Campinas, pela infraestrutura do laboratório para o desenvolvimento dos experimentos e pesquisa.