

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA LITOLOGIA DO AGREGADO GRAÚDO NAS PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO CONCRETO.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF LITHOLOGY OF THE COARSE AGGREGATE ON THE PROPERTIES OF COMPRESSIVE STRENGTH AND ELECTRICAL RESISTANCE OF CONCRETE.

SAMPAIO, Glayson Sampaio

Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, UCAM
glaysongbs@gmail.com

CARLOS, Matheus Moraes

matheus.mg.moraes.10@hotmail.com
Graduando em Engenharia Civil, UEMG

RESUMO

As propriedades do concreto dependem das características de seus componentes, ou seja, das interações entre a matriz da pasta e os agregados. Este trabalho tem como objetivo analisar a influência do agregado graúdo de diferentes litologias na resistividade elétrica superficial e volumétrica do concreto Portland. Trata-se de uma pesquisa experimental na qual foram confeccionados três dosagens de concreto mantendo as mesmas características em volume e variando apenas o tipo de agregado graúdo. Foram utilizados agregados graúdos de gnaïsse, calcário e quartzo. A equalização do traço elaborado foi mantida considerando a massa específica de cada agregado. Os corpos de prova foram conservados sobre as mesmas condições de cura e submetidos a ensaios de resistividade elétrica superficial e volumétrica, nas idades de 3, 7, 14, 21 e 28 dias. Aos 28 dias foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão. Os resultados indicam que aos 28 dias o concreto com agregado graúdo de calcário e gnaïsse apresentaram valores de resistividade elétrica volumétrica semelhantes, e o concreto com agregado graúdo de quartzo apresentou um valor 20% maior em relação a esses. Quanto à resistividade elétrica superficial, os corpos de prova com quartzo apresentaram resultado cerca de 18% maior do que os com calcário e os com gnaïsse, sendo que os dois últimos apresentaram resistividades semelhantes aos 28 dias. No que diz respeito ao ensaio de resistência à compressão, o concreto com agregado graúdo de quartzo obteve maior valor em relação aos demais corpos de provas ensaiados. O agregado graúdo de quartzo colaborou para um concreto menos propenso ao fluxo de corrente elétrica e com maior resistência à compressão.

Palavras-chave: Agregados Graúdos, litologia dos agregados, resistividade elétrica

ABSTRACT.

The properties of the concrete depend on the properties of its components, that is, on the interactions between the matrix of the paste and the aggregates. This work has the objective of analyzing the influence of the aggregate of different lithologies on the superficial and bulk electrical resistivity of Portland concrete. It is an experimental research in which three concrete dosages were made keeping the same characteristics in volume and varying only the type of coarse aggregate. Coarse aggregates of gneiss, limestone and quartz were used. The equalization of the drawn trace was maintained considering the specific mass of each aggregate. The specimens were stored under the same curing conditions and subjected to superficial and bulk resistivity tests, at the ages of 3, 7, 14, 21 and 28 days. At 28 days they were submitted to the compressive strength test. The results indicate that at 28 days the concrete with a coarse aggregate of limestone and gneiss has similar bulk resistivity values, and the concrete with a coarse aggregate of quartz presented a value 20% higher than both. As for the surface electrical resistivity, the quartz test specimens presented a result about 18% higher than those with limestone and gneiss concretes, with the latter two showing similar electrical resistivity at 28 days. With respect to the compressive strength test, concrete with a coarse aggregate of quartz obtained a higher value in relation to the other concrete specimens tested. The coarse quartz aggregate contributed to a concrete less prone to electric current flow and with higher compressive strength.

Keywords: Coarse aggregates, aggregate lithology, electrical resistivity

1 INTRODUÇÃO

Segundo Mehta e Monteiro (2014) e Neville (2015), o concreto convencional é composto por cimento, água, agregados graúdos e agregados miúdos. Visando alcançar algumas propriedades específicas, como trabalhabilidade e controle do início da pega, acrescenta-se a esta mistura aditivos e adições. As características dos componentes empregados na constituição do concreto influenciam nas propriedades finais do elemento, bem como as dosagens e associações de materiais de diferentes características físicas ou químicas.

O agregado graúdo, de acordo com Neville (2015), além de ser o elemento constituinte do concreto com menor custo financeiro, atribui vantagens técnicas relevantes como maior estabilidade dimensional e durabilidade em relação a pasta de cimento. Assim, como o agregado graúdo torna-se relevante para o desempenho do concreto, torna-se, também, importante a seleção e conhecimento do agregado a ser utilizado.

Os autores Aitcin e Metha (1990) e Zouh *et al* (1995), demonstram em seus trabalhos que o tipo de agregado influi nas propriedades de resistência à compressão e módulo de elasticidade do concreto. Quanto à influência no estado fresco, Liborio *et al* (2003) afirmam que as proporções

relativas de agregados miúdo e graúdo, a granulometria, a forma e a textura superficial das partículas são os principais fatores relacionados aos agregados que comprometem o abatimento do concreto.

No que se refere à resistividade elétrica do concreto, essa propriedade é influenciada por muitos fatores, pode-se citar, por exemplo, a relação de água/cimento, as condições de cura, o tipo de cimento, o teor de cimento, o volume empregado de agregados, entre outros (Gowers, K.R. *et al.*, 1999). De acordo com Chen *et al.* (2014), a resistividade elétrica é utilizada como indicador de durabilidade do concreto, visto que, esse parâmetro é associado ao teor de água e a conectividade da microestrutura concreto.

Hou *et al.* (2016) propuseram analisar os efeitos dos agregados graúdos na resistividade elétrica do concreto de cimento Portland. Os autores confeccionaram misturas de concreto com variações no conteúdo, tamanho e tipos de agregados graúdos sob mesmo fator água/cimento e condições de cura, e testaram aos 28 dias. Verificou-se que a variação do teor de agregado graúdo influencia positivamente na resistividade elétrica do concreto, entretanto, o tamanho dos agregados não.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no laboratório de Caracterização de Materiais da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Foram utilizados corpos de prova cilíndricos, confeccionados de acordo com a NBR 5738:2016, no laboratório do departamento de Construção Civil da UFMG.

2.1 Materiais empregados

Trata-se de uma pesquisa experimental na qual foram confeccionados três dosagens de concreto mantendo as mesmas características em volume e variando apenas o tipo de agregado graúdo. Foram utilizados agregados graúdos de gnaiss, calcário e quartzo. A equalização do traço elaborado foi mantida considerando a massa específica de cada tipo de agregado utilizado.

Quanto à determinação da massa específica dos agregados utilizados, os valores foram determinados por meio dos ensaios regulados pela NBR NM 53:2009 Agregado graúdo - Determinação da massa específica, os resultados estão na tabela 1:

Tabela 1: Massa específica dos agregados graúdos

TIPO DO AGREGADO	MASSA ESPECÍFICA(g/cm ³)
Gnaisse	2,62
Calcário	2,69
Quartzo	2,58

2.2 Dosagens

A dosagem foi confeccionada com cimento CP V-ARI, areia média lavada peneirada, seca em laboratório, brita 1 e água potável. O traço desenvolvido foi 1:2:2,5 com relação água/cimento de 0,65.

Os corpos de prova foram confeccionados com dimensão de 10x20 cm para os ensaios de resistividade elétrica volumétrica e resistência à compressão. E com dimensão de 15x30 cm para os ensaios de resistividade elétrica superficial.

2.3 Ensaios utilizados

2.3.1 Resistividade Elétrica

A resistividade elétrica é um parâmetro pelo qual permite avaliar a qualidade do concreto quanto à resistência do meio à passagem da corrente elétrica. Os concretos com maior resistividade elétrica possuem maior oposição à penetração de elementos nocivos à vida útil da estrutura. Neste trabalho foi medido a resistividade elétrica superficial e a resistividade elétrica volumétrica.

O princípio da aplicação da resistividade elétrica superficial, figura 1, conhecido como método dos quatro eletrodos, consiste na aplicação de corrente através dos eletrodos externos, e por meio dos eletrodos internos é apurado a diferença de potencial ocorrida (Chen *et al.*, 2014). É um ensaio de aplicação direta e não destrutivo.

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA LITOLOGIA DO AGREGADO GRAÚDO NAS PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO CONCRETO.

Glayson Sampaio

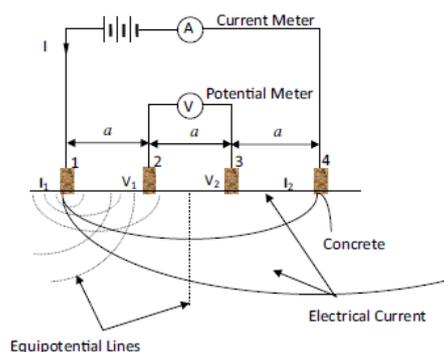


Figura1: Método dos quatro eletrodos. Chen et al. (2014)

Quanto à resistividade elétrica volumétrica, o ensaio, também conhecido como método dos dois eletrodos, figura 2, parte do mesmo princípio do método citado anteriormente, cálculo da diferença de potencial do meio (Araújo, 2014). Porém, este ensaio necessita do corpo de prova extraído, ou moldado para este fim.

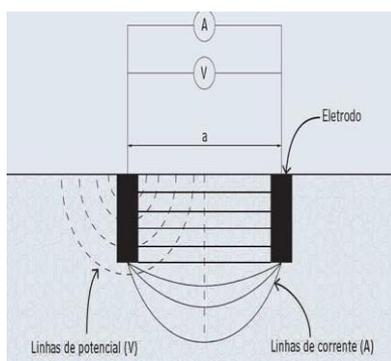


Figura2: Método dos dois eletrodos. Araújo (2014)

2.3.1 Resistência à compressão

O ensaio de resistência à compressão axial foi realizado de acordo com a NBR 5739:2018- Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Trata-se de um ensaio usual considerado de baixo custo. A máquina utilizada foi a prensa hidráulica, Emic PC200, o valor é obtida através da tensão de ruptura à compressão axial de um cilindro de concreto, que deve ter altura igual ao dobro do diâmetro segundo a norma.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

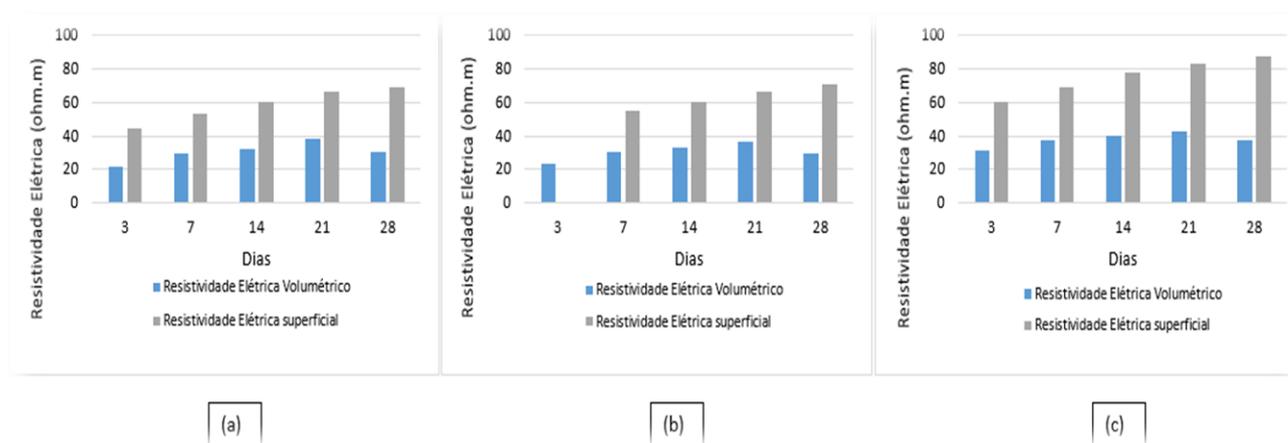
Os corpos de prova foram conservados sobre as mesmas condições de cura, cura submersa em água

potável, e submetidos a ensaios de resistividade elétrica superficial e volumétrica, nas idades de 3, 7, 14, 21 e 28 dias. Aos 28 dias foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão.

3.1 Resultados de resistividade elétrica

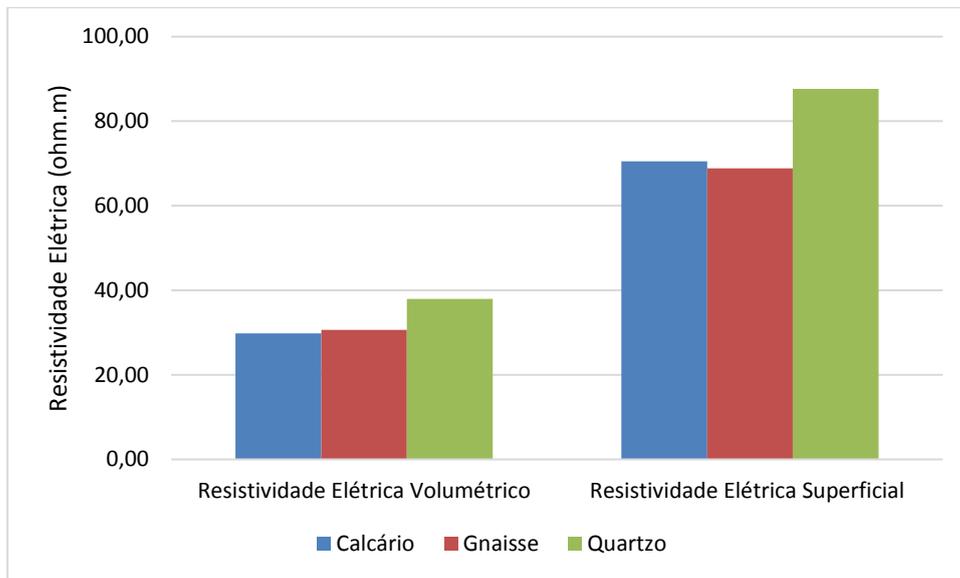
Os ensaios de resistividade elétrica superficial e volumétrico apresentaram uma evolução de acordo com o aumento das idades. De acordo com o gráfico 1, observa-se que os valores de resistividade elétrica superficial evoluíram de 3 a 28 dias em todos os traços. Porém, os valores de resistividade elétrica volumétrica evoluíram de 3 a 21 dias e apresentaram um decréscimo aos 28 dias em relação ao vigésimo primeiro dia em todos os traços.

Gráfico1: Resistividade elétrica Volumétrica e Superficial – Evolução 3 a 28 dias
(a -Traço com Gnaisse, b – Traço com Calcário, c – Traço com Quartzo)



Segundo o gráfico 2, os valores obtidos aos 28 dias demonstram que o traço confeccionado com o agregado graúdo de quartzo apresentou maior valor de resistividade elétrica superficial e volumétrica comparado aos traços com gnaisse e calcário. Os traços de concreto com agregado graúdo de calcário e gnaisse apresentaram valores semelhantes, tanto para resistividade elétrica superficial quanto volumétrica.

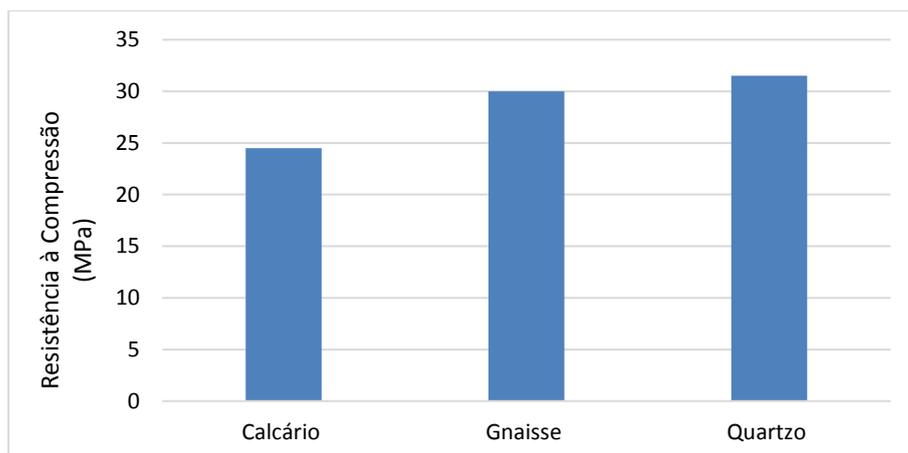
Gráfico 2: Comparativo da resistividade elétrica volumétrica e superficial aos 28 dias



3.2 Resultados de resistência à compressão axial

Como mostra o gráfico 3, os valores de resistência à compressão axial indicam que o traço com agregado graúdo de quartzo apresentou maior valor do que os demais traços. O traço com agregado graúdo de calcário foi o que apresentou menor valor nesse ensaio.

Gráfico 3: Comparativo da resistência à compressão axial aos 28 dias



4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que:

- (1) As diferentes litologias dos agregados graúdos influenciam nos parâmetros de resistividade elétrica superficial e volumétrica do concreto.
- (2) Os resultados indicam que aos 28 dias o concreto com agregado graúdo de calcário e gnaise apresentaram valores de resistividade elétrica volumétrica semelhantes, e o concreto com agregado graúdo de quartzo apresentou um valor 20% maior que esses.
- (3) As diferentes litologias dos agregados graúdos influenciam positivamente na resistência à compressão axial do concreto.
- (4) O traço de concreto com agregado graúdo de quartzo apresentou maiores valores de resistência à compressão axial quando comparado aos traços com calcário e com gnaise.
- (5) Por fim, os resultados demonstram que o agregado graúdo de quartzo colaborou para um concreto menos propenso ao fluxo de corrente elétrica e com maior resistência à compressão.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5738:2016- **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2016, 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5739:2018- **Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018, 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NM 53:2009 **Agregado graúdo - Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro, 2009, 8 p.

ARAÚJO A. DE; PANOSSIAN Z.; OLIV K. J.; FILHO M. L. P. **Técnicas de medição da resistividade elétrica em estruturas atmosféricas de concreto convencional**. *Téchne Educação*, Edição 210 - Setembro/2014.

CHEN, C.T; CHANG, J.J; YEIH, W. C. **The effects of specimen parameters on the resistivity of concrete**. *Construction and Building Materials*, [s.l.], v.71, p.35-43, nov.2014.ElsevierBV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.009>

GOWERS K.R, MILLARD S.G. **Measurement of concrete resistivity for assessment of corrosion severity of steel using Wenner technique**. *ACI Mater J* 1999; 96(5):536

HOU, Tsung-chin et al. **Effects of coarse aggregates on the electrical resistivity of Portland cement concrete**. Construction and Building Materials, [s.l.], v. 133, p.397-408, fev. 2017.

LIBORIO, J. B. L.; CASTRO, A. L.; SILVA, F. G. **Potencialidade de uso de concretos especiais em obras marítimas**. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP EM ENGENHARIA OCEÂNICA, 2004, Rio Grande/RS

METHA, P.K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto - estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo, IBRACON, 2014. 782p.

METHA, P. D.; P. C. AITCIN, CEM. - **Concrete Aggregates**. In: American Society for Testing Materials, J., Philadelphia, PA, 1990, v.12, n.2, p. 70-78.

NEVILLE, A. M. Propriedades do Concreto. 5.ed. São Paulo: Pini, 2015.

ZHOU, F.P., BARR, B.I.G., LYDON, F. D., **“Fracture proprieties of high strength concrete with varying silica fume content and aggregates”**, Cement and Concrete Research, v. 25, n. 3, pp. 543 – 552, 1995.