

## CARACTERIZAÇÃO DE AGREGADOS GRAÚDOS DISPONÍVEIS NA REGIÃO EXTREMO OESTE DE SANTA CATARINA, UTILIZADOS NA DOSAGEM DE CONCRETO

Orientador: BERTOLDI, Loivo

Pesquisador: STAUDT, Alcinei C.

### Resumo

Devido ao elevado consumo de concreto, muito esforço tem-se consagrado no seu estudo. Tal estudo passa por seus materiais: aglomerante, água e agregados. O agregado graúdo possui o maior volume dentre seus constituintes, onde suas características influenciam diretamente em sua resistência final. A partir dos agregados graúdos extraídos de 8 jazidas na região Extremo Oeste de Santa Catarina, foram realizados ensaios de caracterização. Pesquisa de campo junto a construtoras definiu o traço de concreto convencional, em peso, a partir deste foram moldados corpos de prova de concreto, padronizando-se o tipo e quantidade de cimento, água e agregado miúdo, e variando-se apenas agregado graúdo quanto a sua origem. Estes foram rompidos em três idades: sete, quatorze e vinte e oito dias. Em análise dos resultados percebe-se que não há uma característica que exerce uma influência significativa sobre a resistência do concreto e sim, uma combinação das mesmas, como seu formato, a massa específica do agregado, teor de finos e de material pulverulento. Enfim, pode-se concluir que todas amostras analisadas podem ser utilizadas para produzir concretos que atendam resistências a comdequadas em obras de construção civil.

Palavras-chave: Agregado Graúdo. Concreto. Extremo Oeste de Santa Catarina.

## 1 INTRODUÇÃO

As propriedades do concreto, como resistência a compressão e a água, bem como capacidade de incorporar reforços para resistir à tração e cisalhamento, juntamente às vantagens relativas a seu custo, que é relativamente reduzido, justificam seu sucesso.

A partir da evolução tecnológica dos materiais e o desenvolvimento de novas técnicas, os traços de dosagem de concreto atingem resistências gigantescas comparadas as obtidas no passado.

Conforme Bastos (2002), as propriedades do concreto e de seus constituintes vêm sendo estudadas há mais de um século. Devido a pelo menos três partes do volume do concreto ser ocupadas pelos agregados, as suas características e qualidade se tornam importantes.

Com base nestas informações, é evidente a importância do estudo dos agregados graúdo e miúdo, haja visto que as propriedades deste influenciam diretamente nas propriedades do concreto.

Com este cenário, esta pesquisa teve como objetivo qualificar os materiais utilizados como agregado graúdo, disponíveis na região Extremo Oeste de Santa Catarina.

Para que tal objetivo fosse alcançado, foram recolhidas oito amostras, em diferentes jazidas localizadas em diferentes municípios da região Extremo Oeste de Santa Catarina. Após a coleta, as amostras foram caracterizadas através de ensaios laboratoriais normatizados.

Após realizada a caracterização, moldou-se corpos-de-prova. O traço convencional utilizado foi escolhido através de pesquisa de campo, em construtoras em São Miguel do Oeste. Em seguida houve o rompimento dos corpos-de-prova em três idades, sete, quatorze e vinte-oito dias.

## 2 DESENVOLVIMENTO

A evolução mundial, no quesito construtivo, proporcionou um crescimento no consumo mundial do concreto, fazendo assim com que o

concreto seja o material de construção mais consumido no mundo, isso se deve aos inúmeros casos em que a utilização do mesmo é muito mais viável, além da segurança que ele proporciona, tanto no sentido de durabilidade, quanto resistência, essas características mostram assim, sua grande importância para a evolução da humanidade (DINIZ, 2009).

Segundo a Revista do Concreto (2009), concreto é material construtivo amplamente disseminado. Podemos encontrá-lo em nossas casas de alvenaria, em rodovias, em pontes, nos edifícios mais altos do mundo, em torres de resfriamento, em usinas hidrelétricas e nucleares, em obras de saneamento, até em plataformas de extração petrolífera móveis. Estima-se que anualmente são consumidas 19 bilhões de toneladas de concreto, o que dá, aproximadamente, um consumo médio de 1,9 tonelada de concreto por habitante por ano, valor inferior apenas ao consumo de água.

Essa grande quantidade utilizada desse material é justificada devido principalmente à três de suas propriedades: Sua resistência à água, o que é um grande diferencial em relação ao aço, além da sua plasticidade no estado fresco, o que permite elementos estruturais de diferentes tamanhos e formas, e o baixo custo e disponibilidade do material (OLIVEIRA, 2014).

## 2.1 DEFINIÇÃO

Simplificadamente concreto nada mais é do que a mistura de água, cimento, areia e brita, porém, no meio técnico o concreto é compreendido como material composto essencialmente de um meio contínuo aglomerante, dentro no qual estão mergulhadas partículas de agregados (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

Já a Revista do Concreto (2009), diz que de maneira sucinta, pode-se afirmar que o concreto é uma pedra artificial que se molda à inventividade construtiva do homem. Este foi capaz de desenvolver um material que, depois de endurecido, tem resistência similar às das rochas naturais e, quando no estado fresco, é composto plástico: possibilita sua modelagem em formas e tamanhos os mais variados.

## 2.2 CONSTITUIÇÃO DO CONCRETO

Independentemente da forma que o concreto seja produzido (na obra ou dosado em central), o conhecimento e seleção dos materiais é de extrema importância, pois a qualidade do concreto está diretamente relacionada às características dos constituintes, dos quais podemos destacar:

### 2.2.1 Aglomerante

O aglomerante é um material ligante, na maioria das vezes pulverulento, que possui como principal função prover a união entre os grãos dos agregados. Eles são utilizados na fabricação de concretos, pastas e argamassas (VARELA, 2005).

O aglomerante principal e mais consumido no mundo é o Cimento Portland. O grande consumo do mesmo é justificado pelas suas características, vendo que são muito superiores em comparação aos demais aglomerantes, além de seu custo econômico ser relativamente baixo (DINIZ, 2009).

### 2.2.2 Água

Segundo Ribeiro (2006), é um componente fundamental no concreto, responsável pelas reações de endurecimento e fundamental para uma boa cura. Chega a representar 20% do volume total do concreto. É de fundamental importância ser de boa qualidade, pois se contiver substâncias danosas acima dos valores pré-estabelecidos em norma, acarretará em grandes danos na qualidade final do concreto.

### 2.2.3 Agregado

Agregados são materiais granulares, geralmente inertes, com dimensões, características e propriedades ao uso na construção civil (BAUER, 1979).

Segundo Freitas Júnior (2013), sua utilização é muito variada, pode se utilizar agregados na confecção de argamassas e concretos, em base de pavimentações, em drenos, em adições para melhoramento de solos, lastros de ferrovias, em gabiões, por exemplo. Antigamente o uso dos agregados se dava principalmente com intuitos econômicos, pois como ele possui um custo bem menor que o aglomerante e compunha cerca de 80% do concreto, deixando de lado a influência do mesmo, nas características físicas e mecânicas dos concretos e argamassas.

Mas com o aumento de pesquisas relacionadas, pode se perceber que possuem sim relação com o desempenho final do concreto, aumentando ainda mais sua importância

Os agregados também podem ser classificados de acordo com sua granulometria, ou seja, pelo tamanho dos grãos. Podem ser:

- a) Agregado miúdo:
- b) Agregado graúdo:

#### 2.2.3.1 Agregado miúdo

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015, p.2), define-se como agregado miúdo aquele cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 µm, em ensaio realizado de acordo com ensaio normatizado com peneiras definidas.

Os principais tipos de agregado miúdo são a areia natural, extraída geralmente dos leitos de rios e lagos, e areia de britagem, resultante do processo de britagem de pedras.

#### 2.2.3.2 Agregado graúdo

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015, p.2), define-se agregado graúdo aquele cujos grãos passam pela peneira com abertura

de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm, em ensaio normatizado, com peneiras.

Podem ser divididos em:

- a) Pedra 0: Sua dimensão varia entre 4,5 e 9,5 mm, geralmente é usada na produção de concretos em geral, massa asfáltica, estruturas de ferragem densa, lajes pré-moldadas, britas graduadas para base de pistas, chapiscos e artefatos de concreto (pré-moldados);
- b) Pedra 1: Sua dimensão varia entre 9,5 e 19 mm, é usada na produção de concretos em geral, massa asfáltica, estruturas de ferragem densa, lajes pré-moldadas, britas graduadas para base de pistas e artefatos de concreto (pré-moldados);
- c) Pedra 2: Sua dimensão varia entre 19 e 32 mm, geralmente é usada na confecção de concretos em geral e em drenagens;
- d) Pedra 3: Sua dimensão varia entre 25 e 38 mm, é usada para reforços de subleito para pistas de tráfego pesado e lastros de ferrovias;
- e) Pedra 4: Sua dimensão varia entre 25 e 76 mm, geralmente usada em reforço de subleito para pistas de tráfego pesado, gabião, fossas sépticas, sumidouros, concretos ciclópicos e lastros de ferrovias.

Segundo Brooks e Neville (2013), aproximadamente  $\frac{3}{4}$  do volume de concreto são ocupados pelos agregados, então é de se esperar que sua qualidade seja de grande importância. Os agregados não só limitam a resistência do concreto, como também suas propriedades afetam significativamente a durabilidade e o desempenho estrutural do concreto.

Os agregados eram tidos anteriormente a um conhecimento mais específico como materiais inertes, de baixo custo, dispersos na pasta de cimento de forma a produzir um grande volume de concreto. Na realidade, eles não são realmente inertes, já que suas propriedades físicas e térmicas e algumas vezes químicas influenciam no desempenho do concreto, por exemplo, melhorando sua estabilidade dimensional e durabilidade em relação às da pasta de cimento. Do ponto de vista econômico, é vantajoso

produzir misturas com maior teor de agregados e a menor quantidade de cimento possível, mas a relação custo/benefício deve ser contrabalançada com as propriedades desejadas do concreto no estado fresco e endurecido (BROOKS; NEVILLE, 2013).

Conforme Neville (2016), originalmente, todas as partículas dos agregados naturais faziam parte de uma massa maior. Elas foram fragmentadas por processos naturais de intemperismo e abrasão ou por britagem artificial. Dessa forma, muitas das propriedades dos agregados dependem totalmente das propriedades da rocha matriz: composição química e mineral, características petrográficas, massa específica, dureza, resistência, estabilidade físico-química, estrutura de poros e coloração. Por outro lado, algumas propriedades dos agregados não existem na rocha matriz, como forma e dimensão das partículas, textura superficial e absorção. Todas as propriedades podem exercer considerável influência na qualidade do concreto, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido.

É interessante citar que, embora essas diferentes propriedades possam ser analisadas uma a uma, é difícil ter outra definição de bom agregado, sem levar em consideração a qualidade do concreto produzido a partir dele. Enquanto agregados com todas as propriedades aparentemente satisfatórias sempre produzirão um bom concreto, o inverso não é necessariamente verdadeiro, e por isso deve-se utilizar o critério de desempenho do concreto. Em especial, há agregados que podem ser insatisfatórios em algum aspecto, mas que não resultam em problemas quando utilizados em concretos (NEVILLE, 2016).

Allen e Iano (2013), dizem que como os agregados compõem uma parcela considerável do concreto, a resistência a resistência mecânica do mesmo é fortemente dependente da qualidade de seus agregados. Os agregados para concreto devem ser resistentes e limpos, ter boa durabilidade, ser estáveis quimicamente e apresentar uma distribuição granulométrica adequada. Um agregado com material pulverulento ou argila, vai contaminar a pasta do cimento com partículas inertes que a enfraquecem, enquanto um agregado que contenha substâncias químicas,

que abrangem o do sal marinho aos compostos orgânicos, pode causar problemas que vão desde a corrosão das armaduras até o retardo das reações de hidratação e diminuição da resistência final do concreto. Vários testes normatizados são estabelecidos para avaliar a qualidade dos agregados, com base neste cenário, é de suma importância que sejam feitos estudos sobre agregados e conseqüentemente proporcionar uma evolução de suas características e de suas tecnologias.

### 2.3 METODOLOGIA

Pela importância do concreto e dos seus constituintes, buscou-se analisar a qualidade dos materiais existentes na região Extremo Oeste de Santa Catarina. Como a região não possui jazidas de areias naturais, nem fabricas de aglomerantes, a presente pesquisa analisou os agregados graúdos extraídos e produzidos na região, como o mais comumente agregado graúdo utilizado na construção civil é a Brita 1, esta foi utilizada no presente estudo.

Para a elaboração de tal estudo, foram recolhidas oito amostras, em sete municípios diferentes, após a coleta, foram realizados ensaios de caracterização normatizados. Foram feitos os ensaios de composição granulométrica, determinação do teor de material pulverulento, índice de forma, determinação da massa unitária e volume de vazios, massa específica, massa específica aparente e absorção e determinação do teor de umidade total.

Após o término dos ensaios de caracterização iniciou-se a etapa de levantamento de dados para definir um traço, em peso, de concreto convencional usualmente utilizado na região do município de São Miguel do Oeste. Para tal, foi feita pesquisa em cinco empresas que possuíam pelo menos uma obra no município, foram entrevistados mestres de obras e engenheiros. Ao término percebeu-se que um traço de concreto bastante utilizado, em peso, é o 1:2:2,5, cimento, agregado miúdo e agregado graúdo respectivamente.

Após a definição do traço de concreto a ser utilizado, iniciou-se a moldagem dos corpos-de-prova, padronizando-se o tipo e quantidade de cimento, água e agregado miúdo, e variando-se somente o agregado graúdo em relação a sua origem. Os corpos de prova foram deixados em cura úmida, ou seja, imersos em água, e rompidos em três idades diferentes: sete, quatorze e vinte e oito dias.

### 3 CONCLUSÃO

Em análise dos resultados dos ensaios pode-se perceber que na região existem rochas propícias para a produção de ótimos agregados graúdos, pois todas as amostras apresentaram resultados muito satisfatórios quanto a qualidade da rocha de origem.

Também se percebeu que a variação mais significativa, quando comparamos as características das amostras estudadas, se dá ao observarmos a forma das partículas dos agregados, havendo apenas uma amostra que não atendeu os padrões indicados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Podemos ver também que não há uma característica que exerce uma influência significativa sobre a resistência do concreto e sim, tal fator depende da combinação de suas características, como o formato das partículas, a massa específica da pedra de origem do agregado, teor de finos, teor de material pulverulento, dentre outras. Quanto mais próximas do ideal essas características se encontram, maior é a resistência que o concreto produzido a partir da amostra atinge.

Pode-se perceber que todas amostras produziram concretos que ultrapassaram a resistência mínima desejada de 25 Mpa, ou seja, podem produzir concretos de qualidade.

Enfim, pode-se concluir que com base em suas características, todas amostras de agregados graúdos analisadas podem ser utilizadas para produzir concretos que atendam resistências adequadas em obras de construção civil, desde que tais concretos sejam dosados de maneira correta, obedecendo

orientações, seleção criteriosa dos seus constituintes e principalmente quanto ao fator água/cimento.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, Edward; IANO, Joseph. Fundamentos da Engenharia de Edificações - Materiais e Métodos. 5 ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Dossiê técnico - Agregados para concreto. São Paulo, 2015.

BASTOS, Sandra Regina Bertocini. Uso da areia artificial basáltica em substituição parcial à areia fina para produção de concretos convencionais. 2002. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002

BAUER, L.A.F. Materiais de construção. São Paulo, Livros Técnicos e Científicos S.A., 1979, 529p.

BROOKS, J. J.; NEVILLE, A. M. Tecnologia do Concreto. 2 ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013.

DINIZ, José Zamarion Ferreira. Revista do concreto - Concreto: Material construtivo mais consumido no mundo. Campinas: Ibracon, 2009, 80p.

FREITAS Jr., José de Almendra. Materiais de Construção – AGREGADOS. Paraná, 2013, 110p.

MEHTA, P.K. ; MONTEIRO, P.J.M. Concreto – Estrutura, propriedades e materiais. São Paulo, Ed. Pini, 1994, 673p.

NEVILLE, A. M. Propriedades do Concreto. 5 ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2016.

OLIVEIRA, Ana Luiza Alves de. A influência do aditivo cristalizante nas propriedades do concreto fresco e endurecido. Brasília, 2014.

REVISTA DO CONCRETO. Concreto: Material construtivo mais consumido no mundo. Campinas, Ed. Ibracon, 2009

RIBEIRO, Rosemeri. Massa Cinzenta - Cimento Itambé. Paraná, 2006.

VARELA, Marcio. Materiais de Construção Aglomerantes. Rio Grande do Norte, 2005.

Sobre o(s) autor(es)

Loivo Bertoldi, Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Ambiental, Professor da UNOESC Campus de São Miguel do Oeste, loivo.bertoldi@unoesc.edu.br

Alcinei Clovis Staudt, acadêmico de Engenharia Civil, UNOESC Campus São Miguel do Oeste, alcinei95@hotmail.com