Fomento ao Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação

UNIDADE C

2. PROPRIEDADES FÍSICAS E ENSAIOS COM AGREGADOS MÍUDOS

Conhecer as propriedades e características de um agregado é de grande importância para definir os usos mais adequados que se pode fazer dele. Grande parte das características de um agregado é determinada por meio de análises, ensaios e experimentos descritos em normas técnicas. No Brasil, a entidade normatizadora de grande parte desses ensaios é a ABNT - Asociação Brasileira de Normas Técnicas. No âmbito internacional existem outros órgãos normatizadores como a ISO International Organization for Standardizations), a ASTM (American Standard Association) e o ACI (American Concrete Institute) que fornecem subsídios quando não há normas nacionais sobre determinado assunto.

A seguir são apresentadas as principais propriedades físicas e índices de qualidade dos agregados míudos, dos quais a maioria são avaliados por meio de ensaios previstos em normas técnicas.

Granulometria

A granulometria é uma propriedade que reflete a distribuição dos tamanhos dos grãos de um agregado, ou seja, determinam-se as porcentagens de uma amostra que pertence a uma determinada faixa granulométrica, de acordo com o tamanho dos grãos. A distribuição granulométrica é determinada por meio de um ensaio descrito na NBR 7217, que consiste no peneiramento de uma amostra de material cuja massa mínima é expressa na tabela abaixo, em função da dimensão máxima do agregado a ser peneirado.

Dimensão Máxima característica do agregado (mm)	Massa mínima de amostra para o ensaio (kg)
Menor que 4,8	0,5
6,3	3,0
Entre 9,5 e 25	5,0
Entre 32 e 38	10,0
50	20,0
Entre 64 e 76	30,0

Tabela 3: distribuição granulométrica
Fonte: NBR 7217

O peneiramento da amostra é realizado com o uso de peneiras padronizadas pela ABNT, sendo que o conjunto de peneiras é composto por duas séries: a série normal e a série intermediária. As aberturas

das peneiras de cada série são apresentadas na tabela a seguir:

SÉRIE NORMAL	SÉRIE INTERMEDIÁRIA
ABNT 76 mm	-
-	ABNT 64 mm
-	ABNT 50 mm
ABNT 38 mm	-
-	ABNT 32 mm
-	ABNT 25 mm
ABNT 19 mm	-
-	ABNT 12,5 mm
ABNT 9,5 mm	-
-	ABNT 6,3 mm
ABNT 4,8 mm	-
ABNT 2,4 mm	-
ABNT 1,2 mm	-
ABNT 0,6 mm	-
ABNT 0,30 mm	-
ABNT 0,15 mm	-

Tabela 4: padronagem de peneiras
Fonte: ABNT

Em resumo, o ensaio de peneiramento para determinação da composição granulométrica consiste nos seguintes procedimentos:

- Secar duas amostras do agregado a ser analisado em estufa (105 – 110)ºC, esfriar à temperatura ambiente e determinar suas massas (M1 e M2). Tomar a amostra (M1) e reservar a outra (M2).
- Colocar a amostra (M1) ou porções dela sobre a peneira superior do conjunto Promover a agitação mecânica do conjunto por um tempo razoável, para permitir a separação e classificação prévia dos diferentes tamanhos de grão da amostra.
- Remover o material retido em cada peneira para bandejas identificadas. Escovar a tela em ambos os lados para limpar a peneira.
- Determinar a massa total de material retido em cada uma das peneiras e no fundo do conjunto. O somatório de todas as massas não deve diferir mais de 0,3 % da massa seca da amostra, inicialmente introduzida no conjunto de peneiras.
- Proceder ao peneiramento da amostra (M2), seguindo o mesmo procedimento.
- Para cada uma das amostras de ensaio, calcular a porcentagem retida, em massa, em cada peneira, com aproximação de 0,1 %.
- Calcular as porcentagens médias retidas e acumuladas, em cada peneira, com aproximação de 1%.

Fomento ao Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação

As tabelas a seguir mostram um exemplo do cálculo de granulometria. Em primeiro lugar, a planilha é preenchida com a quantidade de amostra em massa que ficou retida em cada peneira, para as duas determinações (sequências de peneiramento). A soma dos pesos retidos em cada peneira deve ser mais próxima possível do peso da amostra colocada inicialmente no peneirador, lembrando que a divergência entre valores não pode ser superior a 0,3%.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA - NBR 7217

Peneiras		1ª Determinação		2ª Determinação		% Retida Média	% Retida Acumulada	
nº	mm	Peso Retido (g)	% Reti-da	Peso Retido (g)	% Retida			
3/8"	9,5	**0**		**0**				
1/4"	6,3	**0**		**0**				
4	4,8	**9,6**		**8,4**				
8	2,4	**16,6**		**15,1**				
16	1,2	**31,7**		**28,9**				
30	0,6	**132,8**		**147,7**				
50	0,3	**234,1**		**242,9**				
100	0,15	**79,4**		**63,4**				
Fundo	<0,15	**23,6**		**18,4**				
TOTAL		**527,8**		**524,8**				

Tabela 5: composição granulométrica

Fonte: NBR 7217

Observa-se que as peneiras podem ser designadas por um número, conforme a primeira coluna da tabela, ou pela abertura da malha em milímetros, conforme a segunda coluna da tabela.

A seguir, calcula-se a porcentagem que o peso do material retido em cada peneira representa em relação ao peso total da amostra. O cálculo dessa porcentagem é feito dividindo-se o peso que ficou retido em cada peneira pelo peso total da amostra. O valor resultante é multiplicado por 100 para transformar em porcentagem. Para exemplificar, faremos o cálculo para as quantidades retidas na peneira 4,8

No peneiramento da primeira amostra (primeira determinação) temos 9,6 g de material retidos na peneira 4,8 mm. Dividindo 9,6 g pelo peso total da amostra, que é 527,8 g, temos 0,018 e multiplicando esse valor por 100 temos 1,8%. Ou seja, 9,6 g representa 1,8% de 527,8 g. Da mesma forma, no peneiramento da segunda amostra (segunda determinação) temos 8,4 g de material retidos na peneira 4,8 mm. Dividindo 8,4 g pelo peso total da amostra, que é 524,8 g, temos 0,016 e multiplicando esse valor por 100 temos 1,6%. Ou seja, 8,4 g representa 1,6% de 524,8 g.

Fazendo o mesmo cálculo para os pesos retidos nas demais peneiras, nas duas determinações, temos:

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA - NBR 7217							
Peneiras		1ª Determinação		2ª Determinação		% Retida Média	% Retida Acumulada
nº	mm	Peso Retido (g)	% Reti-da	Peso Retido (g)	% Retida		
3/8”	9,5	0	**0,0%**	0	**0,0%**		
1/4”	6,3	0	**0,0%**	0	**0,0%**		
4	4,8	9,6	**1,8%**	8,4	**1,6%**		
8	2,4	16,6	**3,1%**	15,1	**2,9%**		
16	1,2	31,7	**6,0%**	28,9	**5,5%**		
30	0,6	132,8	**25,2%**	147,7	**28,1%**		
50	0,3	234,1	**44,3%**	242,9	**46,3%**		
100	0,15	79,4	**15,0%**	63,4	**12,1%**		
Fundo	<0,15	23,6	**4,5%**	18,4	**3,5%**		
TOTAL		527,8	**99,9%**	524,8	**100%**		

Tabela 6: composição granulométrica

Fonte: NBR 7217

Em alguns casos, como consequência do arredondamento de 1 casa decimal, o somatário das porcentagens difere de 100%, ficando próximo a esse valor, como ocorreu na 1ª determinação do exemplo.

Após determinar as porcentagens retidas em cada determinação, procede-se ao cálculo da porcentagem média retida em cada peneira. Voltando ao nosso exemplo: na primeira determinação 1,8% da amostra ficou retida na peneira 4,8mm e na segunda determinação a porcentagem retida foi de 1,6% na mesma peneira. Neste caso a porcentagem retida média na peneira 4,8 é a soma de 1,8% e 1,6% dividida por 2, o que resulta 1,7%. Como na porcentagem retida média a Norma aconselha o cálculo com aproximação de 1%, não se usam casas decimais após a vírgula e o valor de 1,7% é arredondado para 2%. Calculando a média das porcentagens de material retidas nas demais peneiras temos:

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA - NBR 7217							
Peneiras		1ª Determinação		2ª Determinação		% Retida Média	% Retida Acumulada
nº	mm	Peso Retido (g)	% Reti-da	Peso Retido (g)	% Retida		
3/8”	9,5	0	0,0%	0	0,0%	**0%**	
1/4”	6,3	0	0,0%	0	0,0%	**0%**	
4	4,8	9,6	1,8%	8,4	1,6%	**2%**	
8	2,4	16,6	3,1%	15,1	2,9%	**3%**	

Fomento ao Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação

16	1,2	31,7	6,0%	28,9	5,5%	**6%**		
30	0,6	132,8	25,2%	147,7	28,1%	**27%**		
50	0,3	234,1	44,3%	242,9	46,3%	**45%**		
100	0,15	79,4	15,0%	63,4	12,1%	**13%**		
Fundo	<0,15	23,6	4,5%	18,4	3,5%	**4%**		
TOTAL		527,8	99,9%	524,8	100%	**100%**		

Tabela 6: composição granulométrica

Fonte: NBR 7217

Para finalizar, calcula-se a porcentagem retida acumulada, que é a soma das porcentagens retidas médias que estão acima da peneira que se está analisando. Assim, na peneira 4,8m, temos retido 2% do material pois nas peneiras que estão acima da 4,8 mm (a 6,3 e a 9,5) não temos material retido. Já na peneira 2,4 mm teremos o acumulado de 5%, sendo 3% na própria peneira 2,4mm e 2% na peneira 4,8 mm que está acima da 2,4 mm. Seguindo esta lógica, na peneira 1,2 mm teremos acumulado 11% do material, sendo 6% na própria peneira 1,2mm e 5% nas peneiras acima desta (3% na peneira 2,4mm e 2% na peneira 4,8mm). O cálculo da porcentagem retida acumulada é feito até a peneira 0,15 mm, sendo que o material retido no Fundo fica de fora desse cálculo.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA - NBR 7217

Peneiras		1ª Determinação		2ª Determinação		% Retida Média	% Retida Acumulada	
nº	mm	Peso Retido (g)	% Retida	Peso Retido (g)	% Retida			
3/8”	9,5	0	0,0%	0	0,0%	0%	**0%**	
1/4”	6,3	0	0,0%	0	0,0%	0%		**0%**
4	4,8	9,6	1,8%	8,4	1,6%	2%	**2%**	
8	2,4	16,6	3,1%	15,1	2,9%	3%	**5%**	
16	1,2	31,7	6,0%	28,9	5,5%	6%	**11%**	
30	0,6	132,8	25,2%	147,7	28,1%	27%	**38%**	
50	0,3	234,1	44,3%	242,9	46,3%	45%	**83%**	
100	0,15	79,4	15,0%	63,4	12,1%	13%	**96%**	
Fundo	<0,15	23,6	4,5%	18,4	3,5%	4%		
TOTAL		527,8	99,9%	524,8	100%	100%		

Tabela 7: composição granulométrica

Fonte: NBR 7217

Os cálculos realizados na análise granulométrica tem diferentes finalidades. Uma delas é a comparação da distribuição granulométrica do agregado analisado com a distribuição granulométrica determinada por normas específicas para cada uso. A NBR 7211, que trata dos requisitos mínimos dos agregados

Sistema Universidade Aberta do Brasil - UAB | IF Sul-rio-grandense

miúdos para concreto, apresenta os limites da distribuição granulométrica que o agregado miúdo deve ter para ser apropriado a esse uso.

Peneira com Abertura de Malha	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limite Inferior		Limite Superior	
	Zona Utilizável	Zona Ótima	Zona Utilizável	Zona Ótima
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 mm	15	35	55	70
300 mm	50	65	85	95
150 mm	85	90	95	100

Tabela 8: distribuição granulométrica

Fonte: NBR 7211

Como veremos a seguir, os cálculos realizados na análise granulométrica também servem de subsídio para determinar duas outras propriedades dos agregados: a dimensão máxima do agregado e o módulo de finura.

Dimensão máxima característica

A dimensão máxima característica ou diâmetro máximo do agregado correspondente à **abertura nominal**, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária, na qual o agregado apresenta uma **porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5%** em massa.

No caso do exemplo, o valor de 2,4 mm pode ser considerado como dimensão máxima do agregado, visto que na peneira 2,4 mm temos uma porcentagem retida acumulada de 5%. Se a porcentagem retida acumulada na peneira 2,4 mm fosse maior que 5%, a dimensão máxima do agregado seria 4,8 mm, caso na peneira 4,8 mm houvesse uma porcentagem retida acumulada inferior a 5%.

Módulo de finura

O módulo de finura de um agregado é calculado pela soma das **porcentagens retidas acumuladas em massa**, nas peneiras da **série normal**, dividida por 100. O valor do módulo de finura **decresce** à medida que o agregado vai se tornando **mais fino**.

Para o exemplo anterior, somamos as porcentagens retidas acumuladas na penúltima coluna da tabela, obtendo o valor de 235.

Fomento ao Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA - NBR 7217								
Peneiras		1ª Determinação		2ª Determinação		% Retida Média	% Retida Acumulada	
nº	mm	Peso Retido (g)	% Reti-da	Peso Retido (g)	% Retida			
3/8”	9,5	0	0,0%	0	0,0%	0%	0%	
1/4”	6,3	0	0,0%	0	0,0%	0%		0%
4	4,8	9,6	1,8%	8,4	1,6%	2%	2%	
8	2,4	16,6	3,1%	15,1	2,9%	3%	5%	
16	1,2	31,7	6,0%	28,9	5,5%	6%	11%	
30	0,6	132,8	25,2%	147,7	28,1%	27%	38%	
50	0,3	234,1	44,3%	242,9	46,3%	45%	**83%**	
100	0,15	79,4	15,0%	63,4	12,1%	13%	**96%**	
Fundo	<0,15	23,6	4,5%	18,4	3,5%	4%		
TOTAL		527,8	99,9%	524,8	100%	100%	**235**	

Tabela 9: composição granulométrica
Fonte: NBR 7217

Dividindo 235 por 100 temos o valor de 2,35, que é o módulo de finura da areia em questão.

A NBR 7211 apresenta valores de módulo de finura para areias consideradas bem graduadas, conforme a tabela a seguir:

Classificação da Areia	Módulo de Finura
Muito Fina	1,39 a 2,25
Fina	1,71 a 2,85
Média	2,11 a 3,38
Grossa	2,71 a 4,02
Areia de Praia	1,39

Tabela 10: módulo de finura da areia
Fonte: NBR 7211

O módulo de finura também serve para comparação entre dois ou mais agregados. Aquele que possuir menor módulo de finura é o material mais fino.

Substâncias Nocivas

As impurezas contidas nos agregados podem interferir química e fisicamente no uso que se faz deles. Quando os agregados são utilizados na confecção de concretos, as impurezas presentes nos agregados

podem causar interferência no processo de hidratação do cimento e na aderência entre o agregado e pasta de cimento. A presença de partículas fracas e friáveis acima das proporções permitidas também é prejudicial ao desempenho do agregado, seja qual for a aplicação que se fizer.

Segundo Bauer (2008), as principais impurezas presentes nos agregados são:

- Partículas de origem orgânica ou mineral, que podem dar origem a reações químicas expansivas com o cimento.
- Partículas com dimensões iguais ou inferiores às do cimento, que interferem na estrutura do material hidratado, enfraquecendo-o.
- Partículas com baixa resistência ou com expansões e contrações excessivas.
- A presença de matéria orgânica (húmus), que interferem na pega e endurecimento do cimento, diminuindo a resistência inicial.
- Impurezas constituídas por sais minerais, que interferem principalmente na pega e na resistência do concreto e também dão origem a reações prejudiciais com o cimento ou com armaduras do concreto armado. Ex: chumbo, zinco, sulfatos, cloretos.

De acordo com a NBR 7211, as quantidades de substâncias nocivas não devem ultrapassar os seguintes limites máximos em porcentagem de peso de material:

Materiais Carbonosos (ASTM)	
Em concreto cuja aparência é importante	0,5%
Nos demais concretos	1,0%
Torrões de Argila (NBR 7218)	
Porcentagem máxima permitida	3,0%
Material Pulverulento (NBR NM 46)	
Em concreto submetido à desgaste superficial	3,0%
Nos demais concretos	5,0%
Impurezas Orgânicas (NBR 7220)	
Se a coloração ficar mais escura que a de uma solução padrão, sua utilização ficará condicionada ao resultado do ensaio previsto na NBR 7221 – Ensaio de Qualidade da Areia.	

Tabela 11: quantidade de substâncias nocivas em porcentagem
Fonte: NBR 7211

De acordo com Bauer (2008), os materiais carbonosos são constituídos por partículas de carvão, madeira e matéria vegetal sólida. São determinados por sedimentação do agregado em líquido de densidade 2. A percentagem dos torrões de argila é determinada pela diferença de peso de uma amostra de agregado antes e depois de se tirar os torrões presentes na amostra.

O material pulverulento é composto por partículas minerais com dimensão inferior a 0,075 mm, incluindo os materiais solúveis em água presentes nos agregados. A porcentagem desse material é determinada pela diferença de peso entre a amostra dele com o material pulverulento e após o mesmo ser retirado por processo de lavagem.

Fomento ao Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação

Massa Unitária ou Massa Específica Aparente (δ)

Relação entre a **massa (M)** e o **volume aparente (Vap)** do agregado (volume aparente = volume dos grãos + volume dos vazios). A massa unitária é utilizada como medida indireta da quantidade de vazios presentes entre os grãos de agregados e para trasformar quantidades de material de peso para volume e de volume para peso.

$$\partial = \frac{M}{V_{ap}}$$

No agregado míudo, a massa específica real é determinada pelo Método do Frasco de Chapman, descrito na NBR 9776. Essa determinação é feita por meio de um frasco calibrado e graduado, que contém inicialmente 200 cm^3 de água. Coloca-se nesse frasco uma amostra de 500 g de areia seca. O volume de areia se mistura ao de água, fazendo o nível da mesma subir no frasco. A diferença entre o nível final e inicial da água dentro do frasco corresponde ao volume real da areia. Dividindo-se a massa de 500 g pelo volume determinado, temos a massa específica real da areia.

A massa específica é uma medida indireta da compacidade do grão do material, pois quanto menor a massa específica mais leve é o material ou mais vazios ele possui. No caso de agregados, esses vazios não devem ser confundidos com os vazios entre os grãos (volume aparente), mas sim os vazios do próprio grão do agregado, que também interferem na porosidade do mesmo.

Quando o agregado entra em misturas de concreto e argamassas, a massa específica também é utilizada no cálculo da quantidade de materiais para cada metro cúbico de mistura. Quanto maior for a massa específica dos agregados maior será o peso do concreto. A massa específica pode ser expressa em g/cm^3, kg/dm^3 ou t/m^3.

Teor de umidade

É definido como a relação entre o peso da água (Ph-PS) e o peso do material seco (PS) em estufa a mais de 100ºC. Importante para a dosagem de concretos, pois existe uma proporção adequada entre a quantidade de água e cimento adicionada ao concreto. Se a areia estiver úmida e não se determinar essa umidade, a água incorporada à areia vai alterar a proporção entre água e cimento do concreto, o que causa danos à resistência do mesmo. Se a umidade for conhecida, pode-se corrigir a quantidade de água a ser adicionada ao concreto, pois já se terá conhecimento a respeito da quantidade de água que está incorporada à areia.

Existe mais de um método para determinação da umidade. O mais utilizado é a secagem em estufa, cuja amostra é pesada antes de ser colocada na estufa a 100°C. Este peso corresponde ao peso úmido (Ph). Após permanecer no mínimo 24 hs na estufa, a amostra é pesada novamente e tem-se o peso seco (Ps). De posse dessas duas informações pode-se calcular o teor de umidade pela seguinte relação:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$$

A secagem do material também pode ser realizada na presença de fogo (Método da frigideira). Pesando o material antes e depois da secagem se tem o peso úmido e seco respectivamente. Esta prática é menos precisa que a secagem em estufa e é utilizada principalmente em obras, em virtude da ausência de estufas e pela possibilidade de avaliar umidade em um intervalo de tempo menor.

Além disso, existem aparelhos especiais para a medição da umidade, sendo o Speedy Test um dos mais conhecidos e utilizados. Ao se misturar o agregado miudo úmido com um reagente, o aparelho mede a pressão gerada e com base em tabelas de calibração fornece a umidade do agregado.

De acordo com o teor de umidade, podemos considerar o agregado nos seguintes estados:

- Seco em estufa: toda a umidade, externa e interna, foi eliminada por um aquecimento a 100ºC.
- Seco ao ar: não apresenta umidade superficial, tendo umidade interna sem saturação.
- Saturado, superfície seca: a superfície não apresenta água livre, mas os vazios permeáveis das partículas de agregados estão cheios dela.
- Saturado: apresenta água livre na superfície.

Inchamento (I)

A água presente entre os grãos de agregado provoca o afastamento entre eles, o que resulta no inchamento do conjunto. Esse aumento de volume ocorre até determinado teor de umidade acima do qual o inchamento permanece praticamente constante. Esse teor de umidade é chamado **Umidade Crítica**.

O ensaio de inchamento é descrito pela NBR 6467, mas consiste basicamente em se determinar a massa especifica aparente seca (δ0) do agregado e a massa específica aparente úmida (δh) para amostras do material com diferentes teores de umidade (h). Para cada amostra se calcula o coeficiente de inchamento com base na umidade e massa especifica aparente úmida de cada amostra, conforme a relação.

$$I = \left(\frac{100+h}{100}\right) \cdot \left(\frac{\partial_o}{\partial_h} - 1\right) \cdot 100$$

Coeficiente de Vazios (CV)

É o número que, multiplicado pelo volume total do agregado dá o volume de vazios nesse agregado. Quanto maior o coeficiente de vazios maior o consumo de pasta para ligar os agregados. Depende da

Fomento ao Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação

massa específica e da massa unitária do material e é determinado pela seguinte relação:

$$C_V = 1 - \frac{\partial}{\gamma}$$

Síntese

ENSAIO	PROPRIEDADES AVALIADAS	NORMA	IMPORTÂNCIA
GRANULOMETRIA	Tamanho e distribuição dos grãos do agregado.	NBR 7127	Comparação da distribuição granulométrica do agregado analisado com padrões de normas. Os agregados bem graduados possuem menor número de vazios e menor consumo de aglomerantes. Determinar diâmetro máximo e módulo de finura
MATERIAIS CARBONOSOS	ASTM	Avaliar se o agregado contém material que inviabilize seu uso, tais como: partículas que podem dar origem a reações químicas expansivas com o cimento, partículas com dimensões iguais ou inferiores às do cimento, que enfraquecem a estrutura do material hidratado, partículas com baixa resistência ou com expansões e contrações excessivas, material que interfira na pega e endurecimento do cimento, impurezas que prejudiquem as armaduras do concreto armado.	
MATERIAL PULVERULENTO	NM 46		
TORRÕES DE ARGILA	NBR 7218		
IMPUREZAS ORGÂNICAS	NBR 7220 E 7221		
MASSA UNITÁRIA OU MASSA ESPECÍFICA APARENTE	Relação entre a massa do material e seu volume aparente (volume dos grãos + volume de vazios entre os grãos)	NM 45	Avaliar de forma indireta os vazios entre os grãos do agregado, que influenciam o consumo de aglomerantes. Transformar quantidades de material de peso para volume.
MASSA ESPECÍFICA REAL OU ABSOLUTA	Relação entre a massa do material e seu volume real.	NBR 9776	Avaliar de forma indireta a compacidade do material e o peso por unidade de volume.
TEOR DE UMIDADE	Relação entre o peso da água e o peso do material seco	-	Ajuste da relação água/cimento em concretos.
INCHAMENTO	Aumento do volume de material na presença de umidade	NBR 6467	Ajuste da volume do agregado míudo úmido em concretos

COEFICIENTE DE VAZIOS	Indicador da quantidade de vazios entre os grãos de agregados	-	Avaliar os vazios entre os grãos do agregado, que influenciam o consumo de aglomerantes.

Tabela 12: síntese da unidade

Fonte: do autor

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6467: Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio**. Rio de Janeiro: 2006.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7211: Agregados para concreto**. Rio de Janeiro: 2009.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7217: Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro: 1987.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7218: Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis.** Rio de Janeiro: 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7220: Agregados - Determinação de impurezas orgânicas húmicas em agregado miúdo.** Rio de Janeiro: 1987.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7221: Agregados - Ensaio de qualidade de agregado miúdo.** Rio de Janeiro: 1987.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9776: Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco chapman - Método de ensaio.** Rio de Janeiro: 1987.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios.** Rio de Janeiro: 2006.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NM 46: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem.** Rio de Janeiro: 2003.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção.** Rio de Janeiro: LTC, 1994.