

Ensaio para agregados

INTRODUÇÃO

O processo experimental é o modo racional e otimizado de se avaliar os fenômenos ocorrentes do meio natural de se avaliar os fenômenos ocorrentes do meio natural e possibilita, acima de tudo, analisar seus comportamentos.

Nesse relatório estão compilados os processos experimentais dos ensaios de índices físicos dos agregados e dos ensaios de caracterização do cimento, utilizados na composição de concreto. Esses ensaios dividem-se em dois grupos distintos: ensaios de agregados e ensaios de cimento, conforme o que segue:

Ensaio de agregados:

- Determinação da massa unitária do agregado miúdo unido em estado solto;
- Determinação da massa unitária do agregado miúdo seco em estado solto;
- Determinação da massa unitária do agregado graúdo;
- Determinação da composição granulométrica do agregado miúdo;
- Determinação da composição granulométrica do agregado graúdo;
- Determinação do teor de argila em torrões no agregado miúdo;
- Avaliação das impurezas orgânicas das areias;
- Determinação do teor de material pulverulento;
- Determinação da massa específica real do agregado miúdo e graúdo;
- Ensaio de cimento;
- Determinação da finura do cimento;
- Determinação da consistência normal da pasta;
- Determinação do início e fim de pega;
- Determinação da resistência à compressão;
- Dosagem experimental.

Além do supracitado, este relatório descreve o processo experimental de dosagem de concreto, resultado dos conhecimentos preliminares de caracterização dos índices físicos.

A importância desses tópicos na atividade prática decorre da necessidade de se conhecer as especificidades dos materiais constituintes do concreto, a fim de se compor, ao final do processo, sua eficiente e necessária dosagem e assim garantir seu padrão técnico – qualitativo.

Portanto, os processos experimentais apresentados objetivam demonstrar os resultados obtidos nos diversos ensaios e assim possibilitar suas análises.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

PROPRIEDADE FÍSICA DOS AGREGADOS

Segundo Petrucci (1970) define-se agregado como o material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inerte de dimensões e propriedades adequadas para a engenharia. Os agregados conjuntamente com os aglomerados, especificamente o cimento, formam o principal material de construção; o concreto.

Pela importância, é fundamental o conhecimento das propriedades dos agregados, pois influenciam diretamente no comportamento desses. Os agregados miúdos (areias) e os agregados graúdos (seixos e britas) apresentam características distintas de propriedades físicas e que são determinadas através de ensaios experimentais sendo os principais conforme a seguir:

- Agregados miúdos

Massa específica real: é a massa da unidade de volume excluindo-se os vazios entre grãos e os permeáveis, ou seja, a massa de unidade de volume dos grãos do agregado. Sua determinação é feita através do picnômetro ou do frasco de Chapman, preferencialmente. Segundo Petrucci (1970), a massa específica real do agregado miúdo gira em torno de $2,65\text{Kg/dm}^3$.

Massa específica aparente: é o peso da unidade de volume, incluindo-se os vazios contidas nos grãos. É determinada preenchendo-se um recipiente de dimensões bem conhecidas com agregado deixando-o cair de uma altura de 10 a 12cm. É também chamada de unitária, sendo útil para a conversão das argamassas a concretos, em reação de peso para o volume. A areia, no estado solto, apresenta o peso unitário em forma de $1,50\text{kg/dm}^3$.

Teor de unidade: é a relação da massa de água absorvida pelo agregado que preenche total ou parcialmente as vazias, e a massa desse agregado quando seco. Sua determinação é feita, principalmente por meio da secagem em estufa; método do fogareiro; método do speedy; frasco de Chapman; outros.

Granulometria: é a proporção relativa, em porcentagem, dos diferentes tamanhos dos grãos que constituem o agregado. A composição granulométrica tem grande influência nas propriedades futuras das argamassas e concretos. É determinada através de peneiramento, através de peneiras com determinada abertura constituindo uma série padrão.

A granulometria determina, também, o diâmetro máximo do agregado, que é a abertura da peneira em que fica retida acumulada uma porcentagem igual ou imediatamente inferior a 5%. Outro

Índice importante determinado pela granulometria é o módulo de finura, que é a soma das porcentagens retidas acumuladas divididas por 100.

Impurezas orgânicas: são materiais indesejáveis que estão presentes nas areias e que devida sua origem orgânica exercem ação prejudicial sobre a pega e o endurecimento das argamassas e concretos. A verificação das impurezas orgânicas da areia é feita através de comparação da amostra de agregado miúdo, misturado com uma solução de hidróxido de sódio, e de uma solução padrão de ácido tânico. a intensidade da cor da solução que continha a areia em relação à solução de ácido tânico, informa se esta areia tem quantidade inferior ou superior a 300ppm.

Teor de material pulverulento: são partículas de argila que podem influenciar decisivamente no comportamento do concreto. A sua determinação é feita através da lavagem da areia, pois a água elimina essas partículas.

A argila quando em pó fino contribuem no preenchimento dos vazios da areia, fazendo com que o cimento envolva melhor os grãos da areia. Entretanto, quando a argila envolve os grãos de areia e não se separa na mistura, afeta diretamente o desempenho da mistura.

- Agregados graúdos

Peso unitário: é o peso da unidade de volume aparente do agregado, ou seja, incluindo no volume os vazios entre os grãos. Segundo Petrucci (1970) a unidade nãoa feta grandemente o agregado graúdo, pois no agregado graúdo a unidade não provoca o fenômeno do inchamento.

A determinação é feita através do enchimento de uma recipiente paralelepípedico, deixando-se cair o agregado no recipiente até preenche-lo. Diferentemente do agregado miúdo, quando o provocar vazios na superfície, deve haver uma compensação, colocando-se grãos nesses vazios.

ENSAIO EXPERIMENTAL Nº 1

TITULO: Determinação da massa unitária do agregado miúdo no estado solto.

OBJETIVO: Este ensaio tem o objetivo de determinar a massa unitária do agregado miúdo no estado solto, fundamentado na NBR 7251

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Balança;
- Recipiente metálico em forma de paralelepípedo com dimensões conforme prescrito na NBR 7251;
- Régua rasadora;
- Pá metálica.

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

O material ensaiado foi retirado de uma amostra de areia previamente coletada e devidamente acondicionada, de modo a garantir a manutenção das suas características.

Reunidos todos os materiais, procede-se a execução do ensaio, tomando-se, com o auxílio da pá metálica, amostras da areia e fazendo-se o seu lançamento no recipiente a uma altura em torno de 12 cm da borda superior deste. O lançamento foi realizado de forma a espalhar de maneira uniforme o material dentro do recipiente.

O processo repetiu-se até que todo o recipiente fosse preenchido. Com o auxílio de uma régua, procedeu-se o rasamento da superfície de forma a deixá-la nivelada em relação às bordas do recipiente. Esse processo foi realizado tanto para a areia úmida quanto para a areia seca. Finalmente, pesou-se o recipiente com o agregado miúdo contido. Todo esse processo foi repetido para condição da areia seca e úmida, no total de três amostras. Uma para areia seca e duas para areia úmida.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

Realizados todos os procedimentos de execução do ensaio, conforme preconiza a NBR 7251 da ABNT, foram obtidos os resultados a seguir.

- Areia seca:

Dados do recipiente: $V = 15 \text{ dm}^3$; $P_o = 4,625 \text{ Kg}$

Dados do ensaio (recipiente + material): $P_1 = 30,125 \text{ Kg}$; $P_2 = 29,786 \text{ Kg}$; $P_3 = 30,105 \text{ Kg}$

Média das Pesagens = $30,005 \text{ Kg}$

Obs: Os valores obtidos nas pesagens ficaram dentro da margem de 1% de desvio da média. A massa unitária da areia seca no estado solto foi então determinada conforme fórmula:

$$\rho_s = \frac{P_m - P_o}{V}$$

O que resultou em: $\rho_s = 1,69 \text{ Kg/dm}^3$

- Areia úmida

Dados do recipiente: $V = 15 \text{ dm}^3$; $P_o = 4,625 \text{ Kg}$

Dados do ensaio (recipiente + material): $P_1 = 23,075 \text{ Kg}$; $P_2 = 23,005 \text{ Kg}$

Média das Pesagens = $23,040 \text{ Kg}$

Por se tratar de areia úmida, determinou-se através do método do fogareiro, o valor dessa umidade, obtendo-se:

$$M_o = 100\text{g (inicial)} ; M_f = 98\text{g (final)} \therefore H = \frac{M_o - M_f}{M_o} \times 100$$

Sendo, portanto, a umidade de: $H\% = 2 \%$

A massa unitária da areia úmida no estado solto foi determinada conforme a fórmula:

$$\rho_u = \frac{P_m - P_o}{V}$$

O que resultou em: $\rho_u = 1,22 \text{ Kg/dm}^3$

Etapa conclusiva:

Na descrição dos resultados chegou-se aos seguintes valores para a areia analisada:

- Massa unitária da areia seca no estado solto: $\rho_s = 1,69 \text{ Kg/dm}^3$
- Massa unitária da areia úmida no estado solto: $\rho_u = 1,22 \text{ Kg/dm}^3$
- Umidade: $H\% = 2 \%$

Estes valores apresentam-se próximo aos valores de referência indicados pela norma, e, portanto, são resultados coerentes e satisfatórios, o que permitem avaliar que o material analisado está em conformidade com os padrões que são escopo deste ensaio.

ENSAIO EXPERIMENTAL Nº 2

TÍTULO: Determinação da composição granulométrica do agregado miúdo.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo, determinar a composição granulométrica do agregado miúdo, bem como conhecer o módulo de finura e a dimensão máxima característica do agregado, fundamentado na NBR 7217.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Baterias de peneira (da malha 4,8 mm até a malha 0,15 mm e fundo);
- Balança;
- Escova de aço;

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

A amostra de areia ensaiada foi coletada na quantidade de 1 Kg, conforme prescreve a NBR 7217. Reunidos todos os materiais, procedeu-se à execução do ensaio, montando-se a bateria de peneiras, conforme a seguir:

Peneiras (mm) : 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 ; 0,15 ; fundo.

A amostra, previamente seca ao ar, foi então peneirada através da bateria de peneiras, de maneira enérgica e contínua, permitindo a separação dos diferentes tamanhos dos grãos do agregado. Em cada peneira o material retido foi, então, separado e pesado, anotando-se o valor na planilha de composição granulométrica. Os grãos de agregado miúdo que ficaram presos nas malhas das peneiras foram retirados através da passagem da escova de aço, de modo que nenhuma partícula fosse perdida.

Ao final do processo, com todos os valores dos pesos retidos em cada peneira, procede-se o cálculo da planilha de composição granulométrica, definindo-se os percentuais de material retido e retido acumulado.

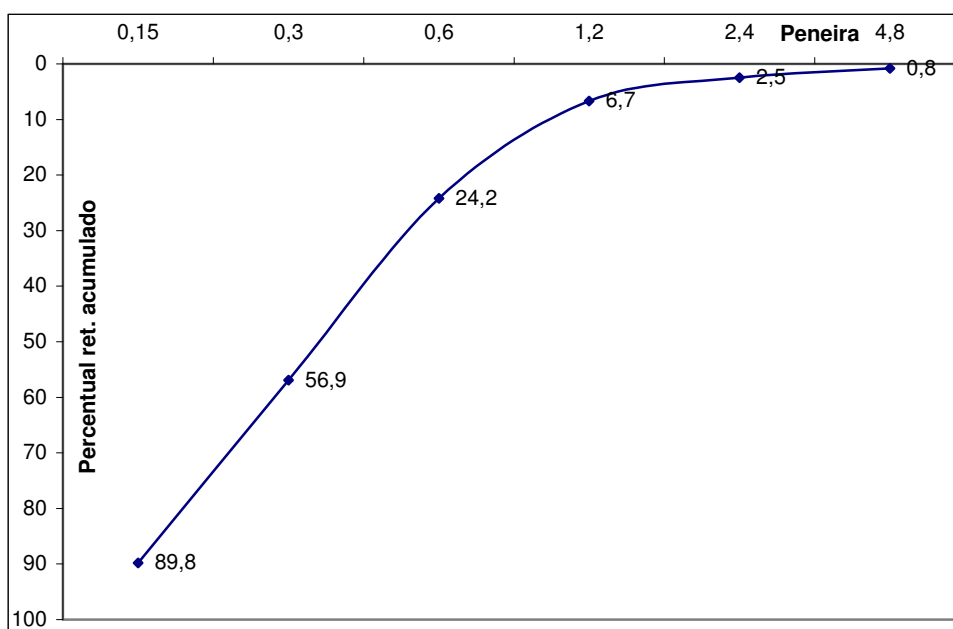
O percentual retido acumulado em relação a cada peneira da série utilizada, forneceu os dados para a definição da curva granulométrica do agregado miúdo em estudo. Também foram definidos o módulo de finura e o diâmetro máximo do agregado.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

Realizados todos os procedimentos de execução de ensaio, conforme preconiza a NBR 7217 da ABNT, foram obtidos os resultados a seguir:

| Peneiras (mm) | Material retido (g) | Percentual retido (%) | Porcentual retido acumulado (%) |
|---------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 4,80 | 8,0 | 0,8 | 0,8 |
| 2,40 | 17,00 | 1,70 | 2,50 |
| 1,20 | 42,00 | 4,20 | 6,70 |
| 0,60 | 175,00 | 17,50 | 24,20 |
| 0,30 | 327,00 | 32,70 | 56,90 |
| 0,15 | 329,00 | 32,90 | 89,80 |
| fundo | 102,00 | 10,20 | 100,00 |



O módulo de finura foi obtido somando-se as percentagens retidas acumuladas e dividindo o somatório por 100, o qual resultou Módulo de finura = 1,81.

O diâmetro máximo do agregado miúdo foi definido como a malha da peneira na qual ficou retido o porcentual acumulado igual o imediatamente inferior a 5%, o que resultou Diâmetro máximo = 2,4 mm.

Etapa conclusiva:

Na descrição dos resultados, chegou-se aos seguintes valores para a areia analisada:

Módulo de finura = 1,81

Diâmetro máximo = 2,4 mm

De acordo com o módulo de finura definido, a areia analisada constituiu-se de uma areia fina, pois apresentou módulo de finura menor do que 2,4. Este resultado é próprio das areias da nossa região.

ENSAIO EXPERIMENTAL Nº 3

TÍTULO: Determinação da composição granulométrica do agregado graúdo.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo, determinar a composição granulométrica do agregado graúdo, bem como conhecer o módulo de finura e a dimensão máxima característica do agregado, fundamentado na NBR 7217.

MATERIAL UTILIZADO:

- Bateria de peneiras 25 / 19 / 9,5 / 4,8 / 2,4 / 1,2 / 0,6 / 0,3 / 0,15 / FUNDO
- Balança;
- Escova de aço.

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

A amostra ensaiada consistiu num material reciclado de obras coletada na quantidade de 5 Kg conforme prescreve a NBR 7217.

Reunidos todos os materiais, procedeu-se à execução do ensaio, montando-se a bateria de peneiras, conforme a seguir:

Peneiras (mm): 25 / 19 / 9,5 / 4,8 / 2,4 / 1,2 / 0,6 / 0,3 / 0,15 / FUNDO

A amostra foi peneirada através da bateria de peneiras, de maneira enérgica e contínua, permitindo a separação dos diferentes tamanhos de grãos do agregado.

Em cada peneira o material retido foi separado e pesado, anotando-se o valor na planilha de composição granulométrica. Os grãos de agregado graúdo que porventura ficaram presos nas malhas das peneiras, foram retirados com a passagem da cerdas de aço da escova. Ao final do processo, com todos os valores dos pesos retidos em cada peneira, procedeu-se o cálculo da planilha de composição granulométrica, definindo-se os percentuais de material retido e retido acumulado.

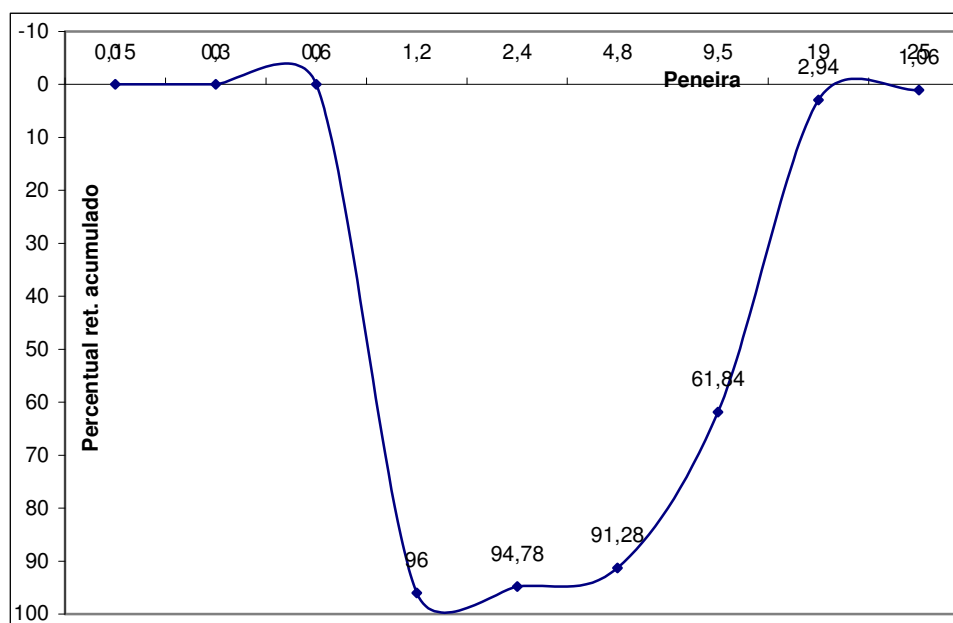
O percentual retido acumulado em relação a cada peneira da série utilizada, forneceu os dados para a definição da curva granulométrica do agregado graúdo em estudo. Também foi definindo o módulo de finura e o diâmetro máximo do agregado.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

Realizados todos os procedimentos de execução de ensaio, conforme preconiza a NBR 7217 da ABNT, foram obtidos os resultados a seguir:

| Peneiras (mm) | Material retido (g) | Percentual retido (%) | Porcentual retido acumulado (%) |
|---------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 25 | 53,0 | 1,06 | 1,06 |
| 19 | 94 | 1,88 | 2,94 |
| 9,5 | 2945 | 58,9 | 61,84 |
| 4,80 | 1472 | 29,44 | 91,28 |
| 2,40 | 175,00 | 3,50 | 94,78 |
| 1,20 | 60,00 | 1,22 | 96,00 |
| 0,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fundo | 200,00 | 4,00 | 100,00 |



O diâmetro máximo do agregado gráudo foi definido como a malha da peneira na qual ficou retido acumulado o percentual igual o imediatamente inferior a 5% o que resultou Diâmetro máximo = 19 mm.

Etapa conclusiva:

A amostra consistiu de um material reciclado de obras, que de acordo com os valores retidos acumulados em cada peneira e suas comparações com as faixas granulométricas estabelecidas na NBR 7217 para agregados gráudos, permitem avaliar que o agregado em estudo pode ser classificado como brita corrida.

ENSAIO EXPERIMENTAL Nº 4

TÍTULO: Determinação da massa unitária do agregado graúdo.

OBJETIVO: Este relatório tem como objetivo determinar a massa unitária do agregado graúdo, fundamentado na NBR 7251.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Balança;
- Recipiente metálico, conforme prescrito na NBR 7251;
- Régua rasadora;
- Pá metálica;

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

O material ensaiado foi retirado de uma amostra de material reciclado de obras. Reunidos todos os materiais, procedeu-se à execução do ensaio, tomando-se, com o auxílio da pá metálica, amostras o seixo e fazendo-se seu lançamento no recipiente a uma altura em torno de 12 cm da borda superior deste.

O lançamento foi realizado de forma a espalhar de maneira uniforme o material dentro do recipiente.

O processo repetiu-se até que todo o recipiente fosse preenchido, com o auxílio de uma régua, procedeu-se o razoamento da superfície de forma a deixá-la nivelada em relação às bordas do recipiente. Os espaços vazios deixados pelo processo de razoamento, foram preenchidos por outras pedras, permitindo a regularização da superfície.

Pesou-se o recipiente com o seixo contido nele. Conhecidos os dados do recipiente (volume e massa) e os dados obtidos nas pesagens, o valor da massa unitária do agregado graúdo foi determinado pela diferença da média das massas do recipiente cheio e a massa do recipiente vazio, dividida pelo volume do mesmo.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

Realizados todos os procedimentos de execução do ensaio, conforme preconiza a NBR 7251 da ABNT, foram obtidos os resultados a seguir:

Dados do recipiente: $V=19,00 \text{ dm}^3$; $P_0=5.200 \text{ g}$

Dados da pesagem: $P_1= 28,074 \text{ Kg}$; $P_2= 28,058 \text{ Kg}$

Média das pesagens: $P_m = 28,066 \text{ Kg}$

OBS: os valores obtidos nas pesagens ficaram dentro da margem de até 1% de desvio da média.

A massa unitária do agregado graúdo foi então determinada, conforme a fórmula:

$$\rho = \frac{P_m - P_o}{V}$$

O que resultou em: $\rho = 1,20 \text{ Kg/dm}^3$

Etapa conclusiva:

Na descrição dos resultados chegou-se ao seguinte valor para o seixo analisado:

- Massa unitária do agregado graúdo: $\rho = 1,20 \text{ Kg/dm}^3$

O material ensaiado , por se tratar de uma nova alternativa para a composição do concreto , não encontra-se disponível na literatura técnica especializada, para parâmetros de sua massa unitária.

No entanto por se tratar de um material heterogêneo constituído principalmente de argamassa (cimento e areia) e pedriscos, o resultado da massa unitária ficou dentro do esperado para um agregado graúdo.

ENSAIO EXPERIMENTAL N º 5

TÍTULO: Determinação da finura do cimento

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo determinar a finura do cimento, fundamentado na NBR 7215.

MATERIAL UTILIZADO:

- Balança com respectivos pesos;
- Peneira de malha 0,075 mm;
- Pincel de cerdas macias.

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

Reunidos todos os materiais, inicialmente, pesou-se 50 g do cimento a ser analisado. Esse material foi colocado na peneira de malha 0,075 mm com seu respectivo fundo.

Iniciou-se o processo de peneiramento contínuo do cimento, permitindo que todo o material se espalhasse por igual na tela da peneira para facilitar o peneiramento. Esse processo foi realizado através de movimentos na direção horizontal, sendo a peneira constantemente girada de forma que todo o material fosse peneirado por igual.

Após colocou-se a tampa no conjunto e imprimiu-lhe um peneiramento contínuo, estando a peneira ligeiramente inclinada, dando-se cerca de 25 golpes com a palma da mão na peneira e girando-a ao fim disso, até um total de 150 golpes.

Realizado esse processo, retirou-se o material retido na peneira, limpando-a com o pincel de forma não perder material pesando-se o cimento em seguida.

Todos os procedimentos descritos acima foram repetidos até que o peso do cimento que passou na peneira registrou um valor inferior a 0,05 g.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

Realizados todos os procedimentos de execução do ensaio, foram obtidos os seguintes resultados:

A massa inicial de cimento do ensaio foi de $P=50\text{g}$. Após todo o processo de peneiramento e pesagem do material retido na peneira, o resultado final foi:

Massa retida na peneira: $R=2,02\text{ g}$

O índice de finura do cimento foi então obtido aplicando-se a fórmula:

$$F = \frac{R}{P} \times 100$$

O qual resultou $F = 4,04 \%$

Etapa conclusiva:

O cimento analisado apresentou finura igual a 4,04 %.

ENSAIO EXPERIMENTAL Nº 6

TÍTULO: Determinação da resistência à compressão da pasta de cimento Portland, segundo NBR 7215/ ABNT.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo determinar a resistência à compressão do cimento Portland de acordo com as determinações da NBR 7215 (cimento Portland – determinação da resistência à compressão).

MATERIAIS UTILIZADOS:

Componentes da argamassa:

- Areia Normal (NBR – 7214);
- Água;
- Cimento.

Outros materiais:

- Óleo vegetal;
- Cera vegetal;
- Enxofre.

Aparelhagem:

- Misturador mecânico;
- Forma metálica (5 x 10) cm;
- Soquete;
- Máquina de ensaio de compressão.

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

MISTURA DA ARGAMASSA

Os componentes da mistura foram pesados, a areia em 4 (quatro) porções e o cimento em 1 (uma) porção, a água foi medida em volume. A mistura foi feita no misturador mecânico em velocidade baixa colocando toda a quantidade de água na cuba e adicionando o cimento de forma gradual para formação de uma pasta homogênea. Foi registrada hora em que o cimento entra em contato com a água. Após a adição do cimento e sem paralisar a operação de mistura foi colocado as 4 (quatro) porções de areia (fina, média fina, média grossa e grossa) sem que esta operação ultrapasse o tempo de 30s. Com todos os componentes da mistura a velocidade do misturador foi

aumentada e permaneceu assim por mais 90s (noventa segundos), quando foi desligado para retirar o excesso de argamassa da parede da culpa e na pá do misturador e posta no interior da cuba, após esta operação que deve ser feita em menos de 90s foi ligado o misturador por mais 60s em alta velocidade. Todo processo de mistura não ultrapassou de 5 minutos.

MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Previamente o dispositivo de fechamento das formas foram apertados e usou-se cera vegetal na fenda vertical externa para garantir a estanqueidade da forma, para facilitar o desmolde dos corpos de prova usou-se óleo vegetal na superfície interna da forma.

Imediatamente após o adequamento das formas foram moldados 9 (nove) corpos de prova, a colocação da argamassa na forma foi feita com o auxílio da espátula em 4 (quatro) camadas de alturas aproximadamente iguais recebendo cada camada 30 (trinta) golpes uniforme com soquete normal de forma que os golpes sejam uniformemente distribuídos sobre a superfície da camada. Logo depois do adensamento das 4 (quatro) camadas foi feito o razoamento do topo dos corpos de prova com o auxílio de uma régua metálica. Após a moldagem os corpos de prova foram levados para a câmara úmida, onde aproximadamente 24hs depois foram desmoldados e identificados em séries de 3 (três) para cada idade estabelecida (3, 7 e 28 dias).

CAPEAMENTO DOS CORPOS DE PROVA

O topo dos corpos de prova foram capeados com enxofre quente (líquido), onde o enxofre foi colocado em um molde de superfície lisa e plana, o corpo de prova é colocado de forma que o eixo do corpo de prova fique perpendicular ao plano da superfície do molde de capeamento. Logo que o enxofre resfria o corpo de prova é retirado capeado a operação é repetida para os 2 (dois) topos, e para todos os corpos de prova. Este capeamento foi feito horas antes de cada rompimento nas idades estabelecidas.

ROMPIMENTO

Os corpos de prova devidamente capeados foram rompidos nas datas pré-estabelecidas, a idade é contada a partir do instante que a água entra em contato com o cimento. Foi verificado o funcionamento da máquina, logo depois foi posicionado o eixo do corpo de prova centrado com o eixo de carregamento da máquina.

Iniciou-se o carregamento tendo-se como resultado da carga de ruptura o valor máximo expresso no relógio da prensa.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

| MATERIAL | MASSA PARA MISTURA (G) |
|---------------------|-----------------------------------|
| Cimento portland | 624 |
| Água | 300 |
| Areia Normal | |
| Fração grossa | 468 |
| Fração média grossa | 468 |
| Fração média fina | 468 |
| Fração fina | 468 |

TABELA (I) QUANTIDADE DE MATERIAIS

Foram moldados 9 corpos de prova divididos em série de 3 para rompimento à (3, 7 e 28 dias). As dimensões do corpo de prova usado é de (5 X 10) cm.

| Corpo de prova | Idade (dias) | Carga de ruptura (kgf) | Média dos 3cp de mesma idade | Desvio Relativo (%) | Tensão de ruptura (Mpa) |
|-----------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 3 | 4160 | 4213,33 | 1,58 | 21,20 |
| 2 | 3 | 4200 | | | 21,40 |
| 3 | 3 | 4280 | | | 21,80 |
| 4 | 7 | 6400 | 6866,67 | 10,68** | 32,60 |
| 5 | 7 | 7600 * | | | 38,70 |
| 6 | 7 | 6600 | | | 33,61 |
| 7 | 28 | 8160 | 7513,33 | 8,61** | 41,55 |
| 8 | 28 | 6900 | | | 35,14 |
| 9 | 28 | 7480 | | | 38,10 |

TABELA (II)
RESULTADOS DO
ROMPIMENTO À
COMPRESSÃO DOS
CORPOS DE PROVA

* Resultado em que se obteve maior desvio em relação à média.

** Desvio relativo máximo maior que o tolerável (6%).

| Corpo de prova | Idade (dias) | Carga de Ruptura (kgf) | Média dos 2cp (kgf) | Desvio relativo (%) | Tensão de Ruptura (Mpa) |
|----------------|--------------|------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 7 | 6400 | 6500 | 1,5 | 32,60 |
| 3 | 7 | 6600 | | | 33,61 |
| 2 | 28 | 6900 | | | 35,14 |
| 3 | 28 | 7480 | 7190 | 4,0 | 38,10 |

TABELA (N – N) RESULTADOS A 3 DIAS COM CORREÇÃO DO DESVIO RELATIVO MÁXIMO

Etapa conclusiva:

Os resultados apresentaram resistência média de:

| Dias | Res. Min.por norma (Mpa) | Tensão de ruptura (Mpa) |
|------|--------------------------|-------------------------|
| 3 | 10 | 21,5 |
| 7 | 20 | 33,11 |
| 28 | 32 | 36,62 |

Os resultados estão acima do mínimo esperado, portanto o cimento está apto ao uso sem qualquer restrição.

ENSAIO EXPERIMENTAL N° 7

TÍTULO: Determinação do teor de argila em torrões nos agregados.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo determinar o teor de argila em torrões presente nos agregados miúdo e graúdo, fundamentado na NBR 7218.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Balança;
- Peneiras de malhas 4,8 mm, 1,2 mm e 0,6 mm;
- Vasilhas metálicas.

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

O material a ensaiar consiste de areia coletada e preparada de acordo com a NBR 7216. Dessa amostra original é retirada uma amostra para ensaio do teor de argila em torrões.

Reunidos todos os materiais, monta-se à peneira de 4,8 mm sobre a de 1,2 mm e realiza-se o peneiramento do material. Do material retido na peneira 1,2 mm pesa 200g deste e em seguida espalha-se o material sobre uma superfície fina e plana onde são destorroado todos os torrões existentes no material

Realizado o processo de destorroamento, peneira-se novamente o material mas na peneira de 0,6mm onde o material retido é pesado. O peso dos torrões de argila é obtido pela diferença entre as duas pesagens e expresso em porcentagem, do peso inicial da amostra ensaiada.

O percentual de material retido não deverá ser superior a 1,5%, caso contrário observar o tipo de areia.

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

Etapa Descritiva:

Realizados todos os procedimentos de execução, conforme preconiza a NBR 7218 da ABNT, foram obtidos os resultados a seguir:

Dados da pesagem: $P_i = 200g$ e $P_f = 199g$ onde: P_i – peso inicial da amostra;
 P_f – peso final da amostra.

O teor da argila em torrões foi determinado pela fórmula:

$$TA = \frac{PI - PF}{PI} \times 100$$

Onde Ta – Teor de argila em torrões.

O que resultou em TA = 0,5%.

Etapa Conclusiva:

Na descrição dos resultados chegou-se ao seguinte valor para a areia analisada.

Teor de argila em torrões no agregado miúdo: T. A = 0, 5%

Este valor encontra-se fora da faixa de rejeição que em conformidade com a norma não pode ser superior a 1,5%.

ENSAIO EXPERIMENTAL N° 8

TÍTULO: Determinação da consistência e tempo de início e fim de pega da pasta de cimento.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo determinar a medida da consistência e o tempo de início de pega, fundamentado na NBR 7215 – ensaio de cimento Portland.

A) MEDIDA DE CONSISTÊNCIA NORMAL

Medir a consistência da pasta de cimento é encontrar uma pasta de consistência normal com índice de consistência igual a $6\text{mm} \pm 1\text{mm}$ o que deverá ser obtido por tentativas.

MATERIAL UTILIZADO:

- Balança;
- Proveta;
- Vasilha metálica;
- Espátula;
- Aparelho de vicat com sonda de tetmajer;
- Molde trônco – cônico;
- Chapa de vidro plana ($e = 5\text{mm}$).

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

Na execução deste ensaio utilizou-se cimento portland, ao qual pesou-se 400g e colocou-se numa vasilha metálica, dispondo-o em forma de coroa. Em seguida, lançou-se a água contida na proveta no interior da cratera formada e misturou-se com uma espátula durante 1min e bateu-se a pasta durante 5min.

Ao término do amassamento da pasta, encheu-se o molde trônco – cônico fixo sobre a chapa de vidro de pasta de cimento sem socamento, apenas com leve agitação da espátula para distribuir bem a pasta no molde, rasando a pasta sobre os bordos do molde. Depois colocou-se o molde sob o indicador de leitura e fez descer a sonda de tetmajer sobre a pasta até atingir o índice de consistência de $6\text{mm} \pm 1\text{mm}$ que é a distância em milímetros da extremidade da sonda ao fundo da forma que por tentativas foi atingido para uma água de amassamento de 135ml.

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

Etapa Descritiva:

Realizados todos os procedimentos de execução, conforme preconiza a NBR 7215 da ABNT foi obtido o seguinte resultado:

ÁGUA DE AMASSAMENTO: 135ml.

Etapa Conclusiva:

Como o índice de consistência medido para a água de amassamento de 135ml encontra-se na faixa do índice de consistência normal, então esta será a água de amassamento a utilizar no ensaio de tempo de pega.

B) TEMPO DE INÍCIO E FIM DE PEGA.

Considera-se como início de pega ao tempo que decorre desde a adição de água até o início das reações com os compostos de cimento e fim de pega a situação em que a pata cessa de ser deformável para pequenas cargas e se torna um bloco rígido.

MATERIAL UTILIZADO:

- Balança;
- Proveta;
- Vasilha metálica;
- Espátula;
- Aparelho de vicat com agulha de vicat;
- Molde trônco – cônico;
- Chapa de vidro plana ($e = 5\text{mm}$).

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

Com base na consistência obtida, repete-se o ensaio anterior com água de amassamento de 130ml, só que desta vez utilizou-se o aparelho de vicat com a agulha de vicat para medir o tempo de início e fim de pega.

Liberou-se a agulha de vicat deixando-a sobre a pasta de consistência normal sem choque e sem velocidade inicial, para o que deve ser sustentado levemente com os dedos estacionar a 1mm da placa de vidro, 30s após o início desta determinação. O tempo de início de pega foi contado a partir do instante em que se lançou a água de amassamento.

O tempo de fim de pega também foi contado a partir do instante em que se lançou a água de amassamento até o momento em que a agulha, aplicada suavemente sobre a superfície da pasta, não deixar impressões apreciáveis.

Retornou-se várias vezes ao local do ensaio para medir o quanto penetrou a pasta e quando cessou a penetração da pasta de cimento.

AValiação DE RESULTADOS

Etapa Descritiva:

Realizados todos os procedimentos de execução, conforme preconiza a NBR da ABNT, foram obtidos os seguintes resultados:

HORA DE LANÇAMENTO DA ÁGUA: 10h 54min.

INÍCIO DE PEGA: 12h 30min.

FIM DE PEGA: 13h 19 min.

TEMPO DE PEGA: 13h 19min – 12h 30min = 49min.

ENSAIO EXPERIMENTAL N° 9

TÍTULO: Avaliação das impurezas orgânicas das areias destinadas ao preparo do concreto.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo determinar o grau de novidade da matéria orgânica presente na areia no preparo do concreto, fundamentado na NBR 7220.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Frasco de erlemeyer;
- Copos de becker;
- Pipetas;
- Balança.

SOLUÇÕES UTILIZADAS: Para a execução do ensaio devem ser preparadas com antecedência as seguintes soluções:

- Solução de ácido tânico a 2%: onde são misturados 2g de ácido tânico, 10ml de álcool a 95% e 90ml de água destilada;
- Solução de hidróxido de sódio a 3%: onde são misturados 30g de hidróxido de sódio e 970g de água destilada.

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

O material ensaiado foi retirado de uma amostra previamente coletada de areia e devidamente acondicionada segundo a NBR 7216, de modo a garantir a manutenção de suas características.

Reunidos todos os materiais, pesa-se 200g de areia seca a ser ensaiada, em seguida procede-se à colocação desta areia pesada em um frasco de Erlenmeyer, adicionando, com uma pipeta, a 100ml de solução de hidróxido de sódio, agita-se vigorosamente esta mistura e deixa repousar por 24h.

Para uma comparação, utilizando um frasco de Alenmeyer, é preparada simultaneamente a solução padrão, misturando-se 3ml da solução de ácido tânico e 97ml da solução de hidróxido de sódio, seguido de uma vigorosa agitação desta mistura e deixando a repousar por 24h.

Transcorrido o tempo de 24h procede-se então à comparação das intensidades de cor da solução em suspensão no frasco da areia e da solução de ácido tânico e hidróxido de sódio.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

A solução no frasco da areia analisada apresentou coloração inferior em tonalidade (mais claro) que a da solução padrão.

Etapa conclusiva:

Através do conceito proposto no ensaio de que quanto mais escura a solução maior é a quantidade de impurezas da amostra, e que a coloração da solução padrão representa a quantidade de 300 partículas por milhão de impurezas (limite de aceitação para o agregado quanto sua nocividade para o concreto), conclui-se que a areia ensaiada possui uma quantidade de material orgânico inferior a 300ppm no material, portanto boa para utilização no concreto.

ENSAIO EXPERIMENTAL N° 10

TÍTULO: Determinação do teor de materiais pulverulentos nos agregados.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo determinar o teor de materiais pulverulentos da areia destinada ao preparo do concreto, fundamentado na NBR 7219.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Fogareiro;
- Balança
- Peneiras de 4,8mm de abertura e 0,075mm de abertura da malha;
- Vasilhas com tamanho para sustentar todo o agregado e robustas para permitir a agitação vigorosa deste material com a água que o recobre.

PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

O material ensaiado foi retirado de uma amostra de areia previamente coletada e devidamente acondicionada segundo a NBR 7216, de modo a garantir a manutenção das suas características.

Tendo em vista que a areia a ser ensaiada tem o diâmetro máximo inferior 4,8mm, coleta-se 1kg desta amostra para o ensaio segundo a NBR 7219 (a amostra coletada neste ensaio também já estava seca como exige a NBR 7219).

Após, a pesagem a amostra é colocada na vasilha e recoberta com água em excesso. A amostra na vasilha é então agitada vigorosamente com as mãos de forma a provocar a separação e suspensão das partículas finas (com o devido cuidado reservado a perda de material), parte da água é então cuidadosamente vertida para outro recipiente (água descartável do restante do ensaio) através da peneira de malha 0,075mm (o material retido na peneira é posteriormente recolocado na vasilha).

Este processo de lavagem do agregado com água em excesso e passagem desta água pela peneira de malha 0,075mm é repetida por mais três vezes até que a água não apresente mais nenhum material em suspensão (límpida).

O material retido na peneira de malha 0,075mm é recolocado em uma vasilha, onde agregado lavado é então levado ao fogareiro para a secagem, sendo mexido até que sua coloração denote a total ausência de água.

Com a amostra seca é feita sua dosagem.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

Massa inicial: 1000g

Massa do material seco depois da lavagem: 998g.

$$M.Pulverolento = \frac{1000 - 998}{1000} \times 100 = 0,2\%$$

Etapa conclusiva:

Para um concreto que irá receber um grande desgaste devido á tráfego constante é necessário que o teor de materiais pulverulento seja inferior a 3% este teor pode chegar a 5% para concretos estruturais ou pisos de alta resistência, o que leva a completa aceitação da areia amostrada com teor de 0,2% de materiais pulverulento.

ENSAIO EXPERIMENTAL N° 11

TÍTULO: Determinação da massa específica do agregado miúdo por meio do frasco de Chapman.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo determinar a massa específica real do agregado miúdo pelo método do frasco de Chapman, fundamentado na NBR 9776.

MATERIAL UTILIZADO:

- Balança;
- Frasco de Chapman graduado segundo a NBR 9776;
- Funil;
- Espátula;

PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

O material coletado foi retirado de uma amostra de areia previamente coletada e devidamente acondicionada segundo a NBR 7216, de modo a garantir a manutenção de todas as suas características.

Pesa-se 500g da areia a ser ensaiada (esta areia já devidamente seca).

Coloca-se água no frasco de Chapman até a marca de 200ml (ou 200cm³), limpando com um papel filtro o bocal para não haver aderência de material no próprio bocal. Em seguida, com o auxílio do funil vértice cuidadosamente a areia seca pesada no frasco de Chapman, paulatinamente, intercalando movimentos giratórios buscando a total retirada de ar que possa existir devido ao lançamento do material no frasco (procedimento de vital importância no ensaio).

Findada esta operação procede-se agora a leitura final do frasco graduado de Chapman, ou seja, quanto a massa do agregado pode deslocar o volume de água.

AValiação DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

A massa específica real do agregado miúdo será dada pela fórmula:

$$\gamma = \frac{500}{L - 200} \quad \text{onde: } \gamma = \text{massa específica real do agregado miúdo.}$$

L = leitura do frasco após a colocação do agregado miúdo.

Portanto, leitura feita após a colocação do agregado miúdo: 394ml.

$$\gamma = \frac{500}{391 - 200} = 2,62 \text{ g / cm}^3$$

Etapa Conclusiva:

O resultado refletido neste ensaio demonstra o resultado padrão da grande maioria das massas específicas reais das areias ($\gamma = 2,6 \text{ g/cm}^3$).

ENSAIO EXPERIMENTAL N° 12

TÍTULO: Determinação da massa específica do agregado graúdo por meio da proveta.

OBJETIVO: Este ensaio tem por objetivo determinar a massa específica real do agregado graúdo (material reciclado) pelo método da proveta.

MATERIAL UTILIZADO:

- Balança;
- Proveta;
- Funil;

PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

O material coletado foi retirado de uma amostra de agregado graúdo (material reciclado) previamente coletada e devidamente acondicionada segundo a NBR 7216, de modo a garantir a manutenção de todas as suas características.

que possa existir devido ao lançamento do material no frasco (procedimento de vital importância no ensaio).

Coloca-se na proveta 500ml de água, logo após, utilizando o funil, despeja-se cuidadosamente 500g de agregado graúdo (material reciclado), intercalando com intensos movimentos giratórios para que se retire totalmente o ar que possa existir devido ao lançamento do material na proveta.

Findada esta operação procede-se com a leitura visível da proveta, ou seja, quantos milímetros de agregado deslocaram a o volume de água.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

A massa específica real do agregado graúdo será dada pela fórmula:

$$\gamma = \frac{500}{L - 500} \text{ Onde: } \gamma = \text{massa específica real do agregado graúdo (seixo).}$$

L = leitura do frasco após a colocação do agregado graúdo.

Portanto, leitura feita após a colocação do seixo: 392ml.

$$\gamma = \frac{500}{720 - 500} = 2,27 \text{kg} / \text{dm}^3$$

Etapa Conclusiva:

O resultado obtido neste ensaio é aceitável para um agregado graúdo, levando em consideração o tipo de material analisado (material reciclado de obras).

ENSAIO EXPERIMENTAL Nº 13

TÍTULO: Realização de dosagem experimental de concreto

OBJETIVO: Este ensaio tem por finalidade a realização de uma dosagem experimental de concreto, bem como determinar sua resistência nas idades normatizadas de 3, 7 e 28 dias.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Balança;
- Recipientes metálicos para agregados;
- Proveta graduada com capacidade para 1 l;
- Pá metálica;
- Betoneira elétrica;
- Moldes cilíndricos para corpos de prova;
- Tronco de cone metálico para verificação do slump.

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO ENSAIO

Reunidos todos os materiais, procedeu-se a realização da dosagem experimental que foi previamente calculada, levando-se em consideração as definições teóricas do método utilizado (Método da ABCP).

Conforme as quantidades calculadas, pesou-se a areia e o seixo, colocando-os com o auxílio dos recipientes metálicos na betoneira. A quantidade de cimento utilizada foi tal que permitiu, ao final do processo, a moldagem de 6 corpos de prova. O cimento foi, então, adicionado a mistura de agregados na betoneira e procedeu-se à uma rápida homogeneização da mistura.

A água calculada para a dosagem foi medida na proveta e lançada aos poucos na mistura, de forma a ir molhando toda a superfície dos agregados e do cimento. A betoneira continuou o processo de homogeneização do concreto até que foi possível observar a completa mistura dos elementos.

Retirou-se o concreto da betoneira colocando-o em um recipiente para verificar se o slump atingiu o especificado no cálculo. Com o molde apropriado, em forma de tronco de cone, procedeu-se à verificação através da moldagem em 3 camadas aplicando-se 25 golpes com um soquete, definindo-se o slump do concreto.

Após todos os procedimentos verificando-se se o slump atingiu o especificado, procedeu-se a moldagem dos corpos de prova para rompimento e verificação da resistência nas idades de 3, 7 e 28 dias.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Etapa descritiva:

A dosagem experimental realizada foi inicialmente calculada utilizando-se o método da ABCP e com os dados extraídos em todos os ensaios dos agregados miúdos, graúdos e do cimento. O cálculo da dosagem está transcrito a seguir:

- Desvio Padrão adotado: $S_d = 5,5$
- Valor de K para 28 dias: $K = 19$
- Valor do F_{ck} adotado: $F_{ck} = 15 \text{ Mpa}$
- Slump definido: $5 \pm 1 \text{ cm}$

$$F_{cj} = F_{ck} + 1,65 \times S_d \quad \therefore \quad F_{cj} = 15 + 1,65 \times 5,5 \quad \therefore \quad F_{cj} = 24 \text{ Mpa}$$

$$F_{cj} = K \left[\left(\frac{1}{X} \right) - 0,5 \right] \quad \therefore \quad X = 0,6$$

$$M = P + A \quad \therefore \quad P + A = 5 \quad \text{pela tabela}$$

$$P/\gamma = 2,01 \quad \therefore \quad P = 1,6 \times 1,84 \quad \therefore \quad P = 2,94$$

$$A + P = 5 \quad \therefore \quad A = 5 - 2,94 \quad \therefore \quad A = 2,06$$

Traço unitário Básico: $1 : 2,59 : 2,41 : 0,6$

De posse do traço unitário básico, foi possível realizar a dosagem experimental, tomando-se como referência a quantidade de 5 Kg para o cimento. Logo para esta quantidade o traço em peso ficou:

$$5 : 12,95 : 12,05 : 3$$

Foram colocados na betoneira 5 kg de cimento, 12,95 Kg de areia, 12,05 Kg de material reciclado de obras e 3 l de água.

Quando da mistura, foi adicionada apenas uma parte de água de modo a se controlar a consistência do concreto e após o concreto ser misturado na betoneira, verificou-se que não apresentou trabalhabilidade suficiente, estando com aspecto seco.

Resolveu-se, então, fazer uma modificação da proporção entre agregados, aumentando a quantidade de areia e, conseqüentemente, diminuindo a quantidade de seixo.

Portanto, tomou-se uma quantidade de areia em torno de 45% da quantidade total de agregados, pois segundo Petrucci, tendo o concreto como agregados areia e seixo, a proporção do primeiro deve ser entre 24 a 45% em relação ao total de agregado. Esta medida resultou num concreto com boa trabalhabilidade e o novo traço corrigido para 5 Kg de cimento ficou, considerando também uma absorção de água de 8% para o material reciclado de obras.

$$\text{Água de absorção} = 13,75 \times 8\% = 1,1 \text{ l}$$

Traço corrigido:

$$5 : 11,25 : 13,75 : 3$$

Com este novo traço, o concreto depois de remisturado foi levado para a verificação do slump, o qual ficou dentro da faixa de 5 +- 1cm, restando uma quantidade de água de 0,9 l .

Slump final = 6 cm.

A água restante, não utilizada na dosagem foi de 0,9 l, como a quantidade calculada para 5 Kg foi de 3,0 l, o fator água-cimento (a/c) corrigido para proporcionar um slump de 5 +- 1 cm foi de:

$$A/c = \frac{3 - 0,9}{5} = 0,42$$

Com o concreto definido, foram moldados os corpos de prova para a verificação da resistência nas idades de 3, 7 dias. Decorridos esses dias, as resistências obtidas foram as seguintes:

Resistência aos 3 dias:

- Tensão de ruptura do corpo de prova 1 : 10,0 MPa
- Tensão de ruptura do corpo de prova 2 : 10,51 MPa

Resistência aos 7 dias:

- Tensão de ruptura do corpo de prova 4 : 15,4MPa
- Tensão de ruptura do corpo de prova 5 : 14,7 MPa

Resistência aos 28 dias (estimada):

- A resistência média estimada para a idade de 28 dias foi de _____ Mpa.

Etapa Conclusiva:

Os resultados, obtidos no ensaio experimental, permitem que sejam feitas algumas avaliações:

O traço unitário calculado, teórico, que ficou na proporção 1 : 2,25 : 2,75 : 0,6 , aplicado na prática apresentou trabalhabilidade aquém do ideal para as condições específicas dos materiais envolvidos. Um fator importante para a explicação do ocorrido é o fato de o material reciclado de obras utilizado ser um material absorvivo. Esse tipo de agregado requer maior quantidades de água para molhar a sua superfície, além de se apresentar com maior predominância sobre o total de argamassa.

Ao se modificar a relação entre os agregados, aumentando a proporção de areia em relação ao seixo, garante-se o ganho de trabalhabilidade sem, entretanto, modificar as condições de consistência do concreto, sem modificar o fator a/c. Tal modificação foi necessária apenas quando da verificação do não atendimento do slump definido para o concreto (5+- 1 cm), a qual retirou-se uma pequena quantidade da água restante, obtendo o slump desejado (6,0 cm) a um fator a/c de 0,42.

O novo traço unitário básico obtido pelas modificações exigidas, tanto por parte da trabalhabilidade quanto da consistência, resultou:

$$1 : 2,25 : 2,75 : 0,42$$

Considerando o novo traço corrigido, o consumo de materiais por m³ de concreto se apresentou da seguinte maneira:

- Consumo de cimento: 359,6 Kg/m³
- Consumo de areia: 809,1 Kg/m³
- Consumo de material reciclado de obras: 988,9 Kg/m³
- Consumo de água: 233,74 Kg/m³

As dimensões da padiolas para atenderem às especificações do concreto em questão para 1 saco de cimento de 50 Kg são:

Areia: 2 padiola de 35 x 45 x 29 cm

Material reciclado de obras: 3 padiolas de 35 x 45 x 24 cm

Os corpos de prova moldados com este traço corrigido e posteriormente rompidos nas idades de 3 e 7 dias (a resistência à 28 dias foi estimada), demonstrou que a quantidade de cimento utilizada ficou acima da necessária para garantir o F_{ck} mínimo estabelecido para o concreto dosado (22 Mpa), conforme atestado no consumo de materiais calculado acima. Apresentou resistência elevada, porém com consumo alto de matérias, havendo, portanto, uma preocupação em adequá-la melhor às condições de economia e de custo de execução.

OBSERVAÇÃO SOBRE A DOSAGEM:

Não foi possível compor o custo do concreto em estudo, visto que o agregado graúdo utilizado no experimento não se encontra disponível no comercio, não possuindo ainda valor econômico estipulado. Portanto, este experimento de dosagem possui apenas valor didático, para projeto real, este tipo de agregado deve passar por avaliações mais rigorosas, devido a quantidade e a qualidade do material a ser utilizado ainda estar em pesquisa. Assim não sendo este o alvo desta pesquisa não se determinam questões relacionadas com o custo do material reciclado de obras utilizado como agregado graúdo na composição do concreto.