

## 4 Desenvolvimento Experimental

### 4.1. Materiais

- Cimento

O cimento utilizado na fabricação dos Cps (Corpos de Prova) para os ensaios de compressão, foi o CPlI 32F (Cimento Portland Composto com adição de Filler).

A Pasta tem como função:

a) Envolver os agregados, enchendo os vazios formados e proporcionando ao concreto possibilidades de manuseio, quando recém-misturados.

b) Aglutinar os agregados no concreto endurecido, dando ao conjunto certa impermeabilidade, resistência aos esforços mecânicos e durabilidade frente aos agentes agressivos.

- Areia

A areia utilizada nos ensaios foi classificada como areia média, peneirada para uma granulometria máxima de 1.41mm.

- PET, Polietileno Tereftalato

Os ensaios foram realizados utilizando flocos de PET, passantes pela peneira de # 1,41mm e # 2 mm.

A massa específica do PET, considerada neste trabalho, foi de 425 kg/m<sup>3</sup>.

## 4.2.Equipamentos:

• Na realização da operação de granulação do PET foi utilizado o equipamento de fragmentação, modelo RA – 3310, da Rone Indústria e Comércio de Máquinas LTDA. Suas dimensões estão apresentadas na Figura 8 e o sistema de facas conforme a Figura 9. O equipamento tem motor com potência de 10HP, boca de alimentação com dimensões de 310mmx200mm e peso aproximado de 350 kg. Sua produção máxima é de 200 kg/h, tendo sido usadas duas peneiras, de # 8 e 5 mm.

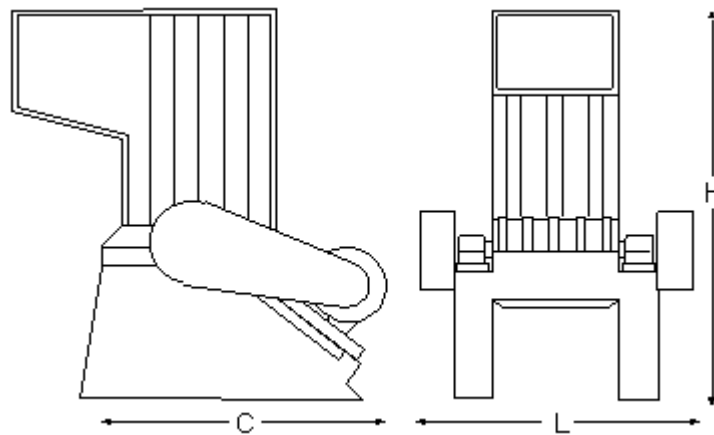


Figura 8- Moinho - Linha R: Desenho Dimensional, C = 1000, L = 850, H = 1300 em mm.

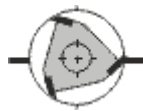


Figura 9 – Sistema de facas, sendo duas fixas e três rotativas.



Figura 10 - Forma das peneiras

- Na separação granulométrica do material granulado, utilizou-se posteriormente, peneiras de aço com malha de 2.36, 1.41, 1.00, 0.71, 0.50 e 0.07 mm

- Balança de precisão, para pesagem dos materiais.

- Fôrmas cilíndricas de aço nas dimensões de 5cm de diâmetro por 10cm de altura, para moldagem dos corpos de prova utilizados nos ensaios de resistência mecânica.

- Recipiente para amassamento manual, do material composto da argamassa

- Soquete, utilizado na compactação do material no corpo de prova.

- Espátula, utilizada no amassamento da argamassa.

- Prensa Hidráulica para o ensaio de resistência a compressão normal, capacidade de carga de 0 a 24000 kgf, com subdivisões de 40 kgf, ilustrado na Figura 11.



Figura 11- Prensa Hidráulica

### 4.3.Métodos

#### 4.3.1.Coleta do material

A aquisição do material foi realizada através de coleta seletiva, sendo utilizadas garrafas de 2 L de refrigerante e 1,5 L de água mineral, não importando a separação por cor. As garrafas foram lavadas para a limpeza de resíduos e secadas para evitar danos as facas do moinho. O rótulo, tampa e anel

de lacre foram retirados, devido a estes serem de plásticos diferentes do PET, podendo desta forma, contaminar o material.

### 4.3.2. Granulação

Após estes procedimentos iniciou-se o processo de redução de tamanho que é executado através de duas etapas de granulação com fragmentador de facas, uma com peneira malha 8 mm e a outra com malha 5 mm.

A principal idéia para o funcionamento do fragmentador é a de passar o material que vai ser moído através de uma pequena área feita de materiais mais duros que ele. Esta passagem forçada provoca seu fracionamento.

No caso do fragmentador utilizado neste trabalho, isto é obtido através da passagem do material entre duas facas fixas e três rotativas, de um aço especial temperado que se deslocam com uma velocidade capaz de produzir o fracionamento do material, obtendo os flocos de PET demonstrados na Figura 12.



Figura 12 - Flocos de PET

Através da existência de uma peneira que não permite a passagem de materiais com granulometria maior que o dimensionamento dos seus furos, fazendo com que todo material que não tem a medida necessária para passar por eles, volte para a posição de fragmentação, é possível obter um material com granulometria adequada e constante.

### 4.3.3. Caracterização tecnológica dos agregados miúdos de PET

Após a retirada do material do fragmentador, já em flocos, o mesmo foi peneirado a fim de se conhecer a faixa granulométrica presente, para isso

utilizou-se uma bateria de peneiras com as seguintes malhas: # 2.36; #1.41, #1.00, #0.71, #0.50 e #0.074mm.

#### 4.3.4. Ensaio de Compressão

Foram moldados corpos de prova, CP, conforme recomenda a NBR 5738, de secção cilíndrica com  $\varnothing$  5 cm e altura de 10 cm, obedecendo a proporção de 1:2, recomendada.

Estes CPs foram preenchidos com argamassa com traço base de 1:4 e A/C (coeficiente água cimento) =1, onde substituiu-se o agregado miúdo, areia, por areia de PET, gradativamente seguindo o planejamento conforme demonstra a tabela a seguir:

Tabela 3 – Traços para execução de argamassa – 1:4

TRAÇO	CIMENTO	AREIA	PET	ÁGUA
T1 – 0%	100	400	0	100
T2 – 10%	100	360	40	100
T3 – 30%	100	280	120	100
T4 – 50%	100	200	200	100
T5 – 70%	100	120	280	100

Os Cps foram submetidos a ensaios destrutivos de resistência mecânica nas idades de 3, 7, 14 e 28 dias onde a cura se completou.

Os ensaios mecânicos realizados foram de resistência à compressão, sendo também calculado o módulo de deformação.

As misturas foram realizadas na proporção de 1:4, proporção mais comum na confecção de argamassas de concreto, utilizado pela empresa fabricante de elementos pré-moldados em concreto Pec Maq.

Foram realizados dois ensaios de compressão, sendo um utilizando a quantificação dos elementos em peso e outro em volume.

Esta variação foi realizada para se avaliar os resultados desta diferença da metodologia devido a massa específica aparente do PET ser bem menor que a da areia fazendo com que a proporção em peso, faça com que o volume de PET seja maior na mistura.

#### 4.3.5. Corpos de Prova

A produção do compósito obedeceu a seqüência de adicionar a areia e os flocos de PET em proporções de substituição conforme tabela 4, em uma mistura até atingir uma composição homogênea e uniforme. Foi adicionada água no fator  $A/C=1$ . Prosseguiu-se o amassamento, com o devido cuidado para evitar perda de água ou segregação dos materiais, até conseguir-se massa homogênea de aspecto uniforme e consistência plástica adequada.

Os moldes foram recobertos internamente por uma camada fina de vaselina para facilitar a desmoldagem.

Foram preparadas quantidades de argamassa na medida das necessidades dos serviços a executar em cada etapa, de maneira a ser evitado o início de endurecimento antes de seu emprego.

As argamassas contendo cimento foram usadas dentro de uma hora, a contar do primeiro contato do cimento com a água.

Os Cps foram preenchidos com esta mistura em quatro camadas que foram compactadas manualmente.

Após a moldagem os moldes foram colocados em cima de uma superfície plana por 24 h quando foram desmoldados e colocados em um recipiente com uma mistura de água e cal.

Os ensaios de compressão foram realizados em condições ambientais. Foram ensaiados quatro corpos de prova para cada uma das misturas.