



1

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

**PMSP/SP ETS – 001/2002 - CAMADAS DE REFORÇO DO SUBLEITO, SUB-BASE E BASE MISTA DE PAVIMENTO COM AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (Portaria 32/SIURB G/2003).**

## **INTRODUÇÃO**

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de camadas de reforço do subleito, sub-base ou base mista de pavimentos com Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil, denominado “Agregado Reciclado”, em obras de pavimentação sob a fiscalização da Prefeitura do Município de São Paulo.

## **1- DESCRIÇÃO**

Os serviços consistem no fornecimento de Agregado Reciclado para pavimentos, com características e restrições estabelecidas nos itens 1.1 e 1.2, além de carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação, assim como a mão-de-obra, materiais e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade da camada de Agregado Reciclado, de conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto:

- 1.1 resíduos sólidos da construção civil, comumente chamados de “entulho de obra”, adequados à execução de camadas de reforço do subleito, sub-base ou base mista, são os provenientes de construções, reformas, reparos ou demolições de obras de construção civil, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, rocha, argamassas, telhas, pavimentos asfálticos, etc, devendo ser evitada a presença de solos, madeiras, vidros, plásticos, gessos, forros, tubulações, fiações elétricas e papéis ou quaisquer materiais orgânicos ou não inertes;
- 1.2 Agregado Reciclado para pavimento é o material granular proveniente do beneficiamento, por meio de britagem e classificação, de resíduos de construção ou demolição de obras civis, conforme item 1.1, que apresente características técnicas para aproveitamento em obras de pavimentação;
- 1.3 reciclagem é o processo de aproveitamento de resíduos, depois de terem sido submetidos à transformação;
- 1.4 reforço do subleito, sub-base e base mista de Agregado Reciclado para pavimento são camadas de material granular proveniente do beneficiamento através de britagem e classificação de resíduos sólidos da construção civil, conforme item 1.2, cujas técnicas executivas e controle de qualidade estão descritos a seguir;
- 1.5 para a presente especificação a base mista será sempre constituída por duas camadas, uma subjacente, necessariamente de Agregado Reciclado, e outra sobrejacente, de Macadame Betuminoso, Binder ou outro material que assegure as condições de coesão e resiliência do conjunto.



2

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

## **2- MATERIAIS**

Todas as especificações de materiais e normas de ensaio, exceto as explicitadas neste documento, devem satisfazer às especificações preconizadas pela Prefeitura do Município de São Paulo.

Os resíduos sólidos de construção civil que se aplicam à reciclagem, com posterior utilização em obras de pavimentação, devem ser classificados em:

- 2.1 resíduos Sólidos Cerâmicos de Construção Civil: constituídos predominantemente (acima de 70% em massa) de materiais cerâmicos, tais como peças ou fragmentos de tijolos, telhas, manilhas, blocos, revestimentos e assemelhados, confeccionados com argila e submetidos à queima;
- 2.2 resíduos Sólidos Cimentícios de Construção Civil: constituídos predominantemente (acima de 70% em massa) de materiais compostos por areias com aglomerantes, argamassas, concretos endurecidos, artefatos ou fragmentos de concreto ou argamassa de cimento, tais como blocos, lajes e lajotas, vigas, colunas e assemelhados, tendo como materiais constitutivos básicos às areias, os agregados pétreos, cimentos e cales;
- 2.3 resíduos Sólidos Mistos de Construção Civil: constituídos predominantemente (acima de 70% em massa) dos materiais descritos nos itens 2.1 e 2.2.

A camada de reforço do subleito, sub-base ou base mista de Agregado Reciclado deverá ser executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

- a. os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de resíduos sólidos de construção civil deverão ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
- b. o Agregado Reciclado deverá apresentar curva granulométrica contínua e bem graduada, com coeficiente de curvatura compreendido entre 1 e 3 e coeficiente de uniformidade  $C_u \geq 10$ ;
- c. a porcentagem que passa na peneira 0,42 mm (nº 40) deverá ficar entre 10 e 30%;
- d. os Agregados Reciclados serão classificados quanto ao tipo de emprego possível na execução de camadas de pavimentos, segundo parâmetros de Índice de Suporte Califórnia (CBR), obtidos por meio do ensaio PMSP/SP ME-09/92, conforme abaixo discriminado:
  - material para execução de reforço de subleito:  $CBR \geq 12\%$ , Expansão  $\leq 1,0\%$  (energia de compactação normal);
  - material para execução de sub-base:  $CBR \geq 20\%$ , Expansão  $\leq 1,0\%$  (energia de compactação intermediária);
  - material para execução de base mista de pavimento:  $CBR \geq 60\%$ , Expansão  $\leq 0,5\%$  (energia de compactação intermediária); será permitido o uso como material



3

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

- de base mista somente para vias de tráfego com  $N \leq 10^5$  repetições do eixo padrão de 8,2 tf (80 kN) no período de projeto.
- e. no caso de materiais que não atendam às exigências do item anterior, estes poderão ser estabilizados granulométrica ou quimicamente. No caso de adição de cimento e/ou cal hidratada, o material deverá ser submetido ao ensaio de resistência à compressão simples, após 7 dias de cura e apresentar resistência de no mínimo 2,1 MPa, em corpos de prova moldados na energia de compactação especificada;
- f. para o agregado graúdo, fração retida na peneira 4,8mm (n° 4), a porcentagem de grãos de forma lamelar, obtida nas amostras de ensaios não poderá ser superior a 30% e a determinação da forma lamelar dos grãos será feita conforme a fórmula abaixo:

$$\ell + 1,25g \geq 6e$$

onde:

- $\ell$  – maior dimensão do grão entre dois planos paralelos;  
 $e$  – afastamento mínimo entre dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;  
 $g$  – a média das aberturas de duas peneiras de malhas quadradas, entre as quais fica retido o grão;
- g. diâmetro máximo dos grãos: 50 mm;  
h. materiais indesejáveis de características distintas: máximo de 3% em massa;  
i. materiais indesejáveis de mesma característica: máximo de 2% em massa;  
j. não serão permitidos materiais indesejáveis nocivos ao meio ambiente ou à saúde do trabalhador.

### **3- EQUIPAMENTOS**

O conjunto de equipamentos deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir vistoria desses equipamentos por engenheiro mecânico ou técnico responsável.

O conjunto de equipamentos básicos para execução da camada de Agregados Reciclados compreende:

- a. pá carregadeira;  
b. caminhão basculante;  
c. caminhão-tanque irrigador;  
d. motoniveladora pesada, com escarificador;  
e. distribuidor de agregados autopropulsionado ou rebocável;



4

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

- f. rolo compactador do tipo liso vibratório;
- g. rolo compactador pé de carneiro vibratório;
- h. compactador portátil, manual ou mecânico;
- i. grade de discos;
- j. ferramentas manuais diversas;
- k. equipamentos de laboratório para o controle tecnológico de recebimento de camada.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

#### **4- EXECUÇÃO**

A execução das camadas de pavimento compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, realizadas na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação e acabamento na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Se a camada de pavimento exigir uma espessura final superior a 20 cm, deverá ser subdividida em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base, sub-base ou reforço de subleito será de 10 cm, após a compactação.

- 4.1 Condições Físicas da Superfície de Apoio da Camada de Agregado Reciclado
- a. a camada sobre a qual será executado o reforço do subleito, a sub-base ou a base mista deverá ter sido executada de acordo com as condições fixadas pela respectiva especificação de serviços da PMSP;
  - b. a superfície a receber a camada de reforço do subleito, sub-base ou base mista de Agregado Reciclado deverá estar perfeitamente limpa e conformada devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização;
  - c. eventuais defeitos existentes deverão ser reparados antes da distribuição da camada de Agregado Reciclado;
  - d. caso a execução da camada de Agregado Reciclado não seja efetuada imediatamente após a execução da camada de apoio (camada subjacente) e, de modo especial, quando essa camada de apoio estiver exposta à chuva deverão ser efetuadas as seguintes verificações:
    - o Teor de Umidade deverá situar-se dentro do intervalo de  $\pm 3\%$  em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação em laboratório;
    - o Grau de Compactação deverá atender às exigências indicadas no controle de recebimento da camada executada;
    - as áreas nas quais o Teor de Umidade e o Grau de Compactação não atendam aos limites especificados deverão ser reexecutadas.



5

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

4.2 Transporte do Agregado Reciclado

O Agregado Reciclado será transportado para a pista, protegido com lona, em caminhões basculantes.

4.3 Distribuição do Material

- a. a distribuição do material solto deverá ter uma espessura suficiente para que após a compactação atinja a espessura de projeto;
- b. a distribuição do material, sobre a camada subjacente, será realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir o Agregado Reciclado em espessura uniforme, sem produzir segregação;
- c. excepcionalmente, e a critério da Fiscalização, a distribuição do Agregado Reciclado poderá ser procedida pela ação de motoniveladora. Nesse caso, o Agregado Reciclado será descarregado dos basculantes em leiras, devendo ser estabelecidos os critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço;
- d. a espessura de cada camada individual acabada deverá se situar no intervalo de 10cm, no mínimo, a 20 cm, no máximo;
- e. é vedada a complementação da espessura da camada, após sua compactação, para obtenção da espessura de projeto;
- f. caso a espessura da camada compactada não atenda a espessura de projeto conforme estabelecido nos critérios de recebimento, a camada deverá ser refeita.

4.4 Compressão

- a. tendo em vista a importância das condições de compactação da camada de Agregado Reciclado, recomenda-se a execução de trechos experimentais, com a finalidade de definir os tipos de equipamentos de compressão e a seqüência executiva mais apropriada, objetivando alcançar, de forma mais eficaz, a espessura e o Grau de Compactação especificados para a camada;
- b. a energia de compactação a ser adotada na execução da camada de Agregado Reciclado será:
  - camada de Reforço do Subleito – energia normal;
  - camada de Sub-Base ou Base Mista – energia intermediária.
- c. o Teor de Umidade da mistura, por ocasião da compactação da camada de Agregado Reciclado, deverá estar compreendido no intervalo de  $\pm 1,5\%$  em relação à Umidade Ótima obtida no ensaio de compactação executado com a energia especificada;
- d. a compactação da camada de Agregado Reciclado será executada mediante o emprego de rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro vibratório e liso-vibratório;
- e. nos trechos em tangente a compactação deverá evoluir partindo dos bordos para o eixo e nas curvas partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;



**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

6

- f. durante a compactação, se necessário, deverá ser promovido o umedecimento da superfície da camada por caminhão-tanque irrigador;
- g. as manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais à qualidade dos serviços deverão ocorrer fora da área de compressão;
- h. o Grau de Compactação mínimo exigido para a camada acabada será de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida em laboratório, na energia especificada. O número de passadas do compactador será definido em função dos trechos experimentais executados;
- i. em lugares inacessíveis aos equipamentos de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será feita por meio de compactadores portáteis manuais ou mecânicos.

#### 4.5 Condições Gerais

São aplicáveis à execução da camada de Agregado Reciclado as seguintes recomendações:

- a. não será permitida a execução dos serviços em dia de chuva;
- b. a camada de Agregado Reciclado deverá, quando necessário, ser drenada através de um lastro sob a sarjeta. Esse lastro deverá estar interligado à caixa receptora das “bocas de lobo” ou drenos laterais à via, a fim de permitir o escoamento da água.

## **5- CONTROLE**

### 5.1 Controle Tecnológico dos Materiais

Serão procedidos os seguintes ensaios:

- a. ensaio de granulometria com determinação de coeficientes de curvatura e uniformidade a cada 700 m<sup>2</sup>, sendo no mínimo três determinações;
- b. ensaio para determinação da massa específica aparente seca, Umidade Ótima e Índice de Suporte Califórnia – CBR e expansão para cada 2000 m<sup>2</sup>, sendo no mínimo três determinações;
- c. ensaio para determinação da porcentagem de grãos lamelares segundo o item 2.3 (f), sempre que houver variação nas características do agregado utilizado ou a cada 700 m<sup>2</sup>.

### 5.2 Controle de Execução

#### 5.2.1 Controle Tecnológico da Camada Executada:

- a. determinação do teor de umidade na pista pelo método expedito da frigideira ou outro método aceito pela Fiscalização, a cada 700 m<sup>2</sup> de pista, imediatamente antes do início das operações de compactação;
- b. determinação da massa específica aparente seca “*in situ*” (PMSP/SP ME – 12/92)



7

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

imediatamente após a conclusão das operações de compactação a cada 50 m de pista, alternando bordo direito, eixo, bordo esquerdo, sendo no mínimo três determinações.

5.2.2 Controle Geométrico e de Acabamento

- a. controle de espessura: logo após a execução da camada, serão feitas locação e nivelamento do eixo e dos bordos, a cada 20 m, envolvendo, no mínimo, cinco pontos da seção transversal;
- b. controle de acabamento da superfície: as condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Especial atenção deverá ser conferida à verificação da presença de segregação superficial.

5.3 Controle de Recebimento

5.3.1 Condições de Recebimento com base no Controle Tecnológico dos Materiais

Os serviços serão aceitos, do ponto de vista tecnológico, desde que os valores individuais dos ensaios de granulometria, lamelaridade e Índice de Suporte Califórnia, atendam aos limites definidos nesta especificação.

5.3.2. Condições de Recebimento com base no Controle de Execução da Camada

- a. o Teor de Umidade da camada executada deverá situar-se no intervalo de  $\pm 1,5\%$  em relação à Umidade Ótima (hot) obtida no ensaio de compactação, na energia especificada;
- b. no que diz respeito ao Grau de Compactação (calculado com base na massa específica aparente seca “*in situ*”, e referida à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação realizado com amostra retirada imediatamente antes da rolagem da camada), a camada só será aceita:
  - se não for obtido nenhum valor menor que 100%; ou
  - se for satisfeita a seguinte condição:

$$\bar{X} - K.S \geq 100\%$$

onde:

$\bar{X}$  - média aritmética dos Graus de Compactação obtidos

$S$  - desvio padrão

$K$  - coeficiente indicado na Tabela “Valor do Coeficiente K para Controle Estatístico do Grau de Compactação” (a seguir)



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA  
SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS  
Especificação de Serviço  
Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de  
Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil

8

VALOR DO COEFICIENTE "K" PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO					
N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70		
8	0,80	20	0,69		
9	0,78	25	0,67		

Condição necessária:

$$\bar{X} - K.S \geq L$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$N$  - número de elementos da amostra

$X_i$  - valores individuais da amostra

$L$  - valor limite especificado na amostra

$\bar{X}$  - média aritmética dos Graus de Compactação obtidos

$S$  - desvio padrão



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA  
SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS  
Especificação de Serviço  
Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de  
Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil

9

- 5.3.3. Condições de Recebimento com base no Controle Geométrico e de Acabamento
- a. o serviço executado será aceito, com base no controle geométrico e de acabamento, quanto à espessura da camada acabada, desde que atendidas as seguintes condições:
- a espessura média da camada será determinada pela expressão:

$$e = \bar{X} - \frac{K.S}{N}$$

onde:

$\bar{X}$  - média dos valores medidos

$S$  - desvio padrão do mesmo conjunto de valores

$K$  - coeficiente indicado na Tabela “Valor do Coeficiente K para Controle Estatístico da Espessura da Camada” (a seguir)

$N$  – valores medidos ( $N > 3$ )

- a espessura média, calculada estatisticamente segundo a expressão acima referida, não deverá ser menor do que a espessura de projeto menos 1 cm;
- não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo (+)2cm e (-)1cm em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de Agregado Reciclado com espessura média inferior à de projeto, a diferença será compensada estruturalmente na camada a ser superposta;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, da camada de Agregado Reciclado com espessura superior a de projeto, a diferença não será deduzida da espessura da camada superior.

VALOR DO COEFICIENTE "K" PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DA ESPESSURA DA CAMADA					
N	K	N	K	N	K
3	1,88	10	1,38	30	1,33
4	1,63	12	1,36	40	1,30
5	1,53	14	1,35	50	1,29
6	1,47	16	1,34	100	1,28
7	1,44	18	1,33		
8	1,41	20	1,33		
9	1,40	25	1,32		



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA  
SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS  
Especificação de Serviço  
Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de  
Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil

10

Condição necessária:

$$e = \bar{X} - \frac{K.S}{N}$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$N$  - número de elementos da amostra  
 $X_i$  - valores individuais da amostra  
 $S$  - desvio padrão  
 $e$  - valor especificado na norma

- b. as condições de acabamento, apreciadas pela Fiscalização em bases visuais, sejam julgadas satisfatórias.

## **6- OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL**

A camada de reforço do subleito, sub-base ou base mista de Agregado Reciclado não deverá ser submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, a Fiscalização poderá autorizar a liberação ao tráfego, por curto espaço de tempo e desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço.

Quando for prevista a imprimação impermeabilizante da camada de Agregado Reciclado, a mesma deverá ser realizada após a conclusão da compactação. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deverá ser adequadamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos próprios.



11

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

Integra a presente especificação o ANEXO I, com as Recomendações Técnicas para execução de Camada de Revestimento Primário de ruas em terra (cascalhamento), com utilização de Agregado Reciclado.

## **7- CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

### **7.1 Medição**

A camada de Agregado Reciclado, executada e recebida na forma descrita, será medida em metros cúbicos de reforço do subleito, sub-base ou base mista de Agregado Reciclado compactado na pista, segundo a seção transversal de projeto.

No cálculo dos volumes, obedecida a tolerância especificada, será considerada a espessura média “e”, calculada como indicado anteriormente desde que “e” não seja superior à espessura de projeto. Caso “e” seja maior que a espessura de projeto será considerada a de projeto para cálculo do volume.

### **7.2. Pagamento**

O pagamento será feito após a aceitação da medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transporte, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e outros gastos eventuais necessários à completa execução da camada de Agregado Reciclado.



12

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

**ANEXO I – PMSP/SP ETS 001/2002**

**ASSUNTO: Recomendações Técnicas para execução de Camada de Revestimento Primário de ruas em terra (cascalhamento), com utilização de Agregado Reciclado.**

**1- OBJETIVO**

O presente **ANEXO** tem como objetivo as recomendações técnicas a serem seguidas na execução de Revestimento Primário de ruas de terra (cascalhamento) com uso de Agregado Reciclado.

**2- DEFINIÇÃO**

Considera-se Revestimento Primário com Agregado Reciclado o serviço de melhoria das condições de trafegabilidade de vias não pavimentadas, compreendendo a regularização e compactação mecânica, para conformação transversal e longitudinal de greide, bem como a execução de camada de rolamento a partir da utilização de Agregado Reciclado.

**3- DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS**

Os serviços de Revestimento Primário de ruas de terra com uso de Agregado Reciclado, são:

**3.1.1 Preparo de Subleito:**

- consiste na conformação geométrica (transversal e longitudinal) do leito da via, bem como sua escarificação, correção de umidade do solo e compactação;
- o preparo do subleito deverá dar-se na profundidade média mínima de 15cm, a contar da cota do leito conformado em toda largura e extensão da plataforma a ser revestida;
- a umidade de compactação do solo de subleito deverá situar-se no intervalo de  $\pm 1,5\%$  em relação à Umidade Ótima ( $h_{ot}$ ) obtida no ensaio de compactação em laboratório (Proctor – Energia Normal);
- o grau mínimo de compactação deverá ser de 100%;
- a superfície acabada do subleito preparado e conformado não deverá apresentar bolsões de solos moles ou saturados, com perda de capacidade estrutural, ou



13

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

instáveis (borrachudos), devendo nessas ocorrências ser feita a substituição do material existente, por material de boa qualidade.

Notas importantes:

- a. Caso a via em que forem realizados os serviços seja situada em local de concentração de umidade, onde seja tecnicamente inviável a correção de umidade do solo para fins de compactação, recomenda-se a substituição das etapas de escarificação e compactação do subleito pela execução de camada de cravação e/ou sobreposição de rachão ou fragmentos de resíduos sólidos da construção civil, selecionados, com dimensões compreendidas entre 50 e 100 mm, visando à estabilização da camada de apoio do revestimento primário. Caso as cotas de soleiras impeçam essa sobreposição, deverá ser efetuada a remoção da camada de solo proporcional à espessura compactada da camada de rachão ou fragmentos de entulho.
- b. Na presença de redes subterrâneas (água, esgoto, etc.) em profundidades que impeçam a escarificação e/ou compactação para o preparo de subleito, deverá ser verificada a possibilidade de alteamento do greide do leito da via ou então, o rebaixamento da(s) rede(s).

### 3.2 Execução da Camada de Revestimento Primário com uso de Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil

A execução da camada de Revestimento Primário com emprego de Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil deverá obedecer às exigências contidas na Especificação Técnica PMSP/SP ETS 001/2002 – Camadas de Reforço de Subleito, Sub-base e Base Mista de Pavimento com Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil.

## **4- CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS PARA O AGREGADO RECICLADO PARA FINS DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO PRIMÁRIO (CASCALHAMENTO)**

- diâmetro máximo dos grãos: 50 mm;
- granulometria: contínua e bem graduada, com Coeficiente de Curvatura (C.c.) compreendido entre 1 e 3 e Coeficiente de Uniformidade (C.u.) maior ou igual a 10;
- porcentagem de material que passa na peneira de 0,42mm (nº 40): entre 10 e 30%;
- Índice de Suporte Califórnia – CBR:  $\geq$  a 20% e expansão  $\leq$  1,0% - Energia de Compactação Normal;
- porcentagem de grãos de forma lamelar: deverá ser  $\leq$  a 30%;
- porcentagem máxima de materiais indesejáveis, de mesma característica: 2% em massa;



**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS**  
**Especificação de Serviço**  
**Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de**  
**Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil**

14

- porcentagem máxima de materiais indesejáveis de características distintas: 3% em massa;
- deverá ser isento de materiais indesejáveis (plásticos, papéis/papelões, borrachas, vidros, gesso, etc.) ou nocivos ao meio ambiente ou à saúde do trabalhador (produtos químicos, amianto, etc.).

**5- CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS PARA A CAMADA DE REVESTIMENTO PRIMÁRIO (CASALHAMENTO) COM UTILIZAÇÃO DE AGREGADO RECI-CLADO**

- espessuras mínima e máxima da camada compactada de Revestimento Primário: 8cm e 20cm, respectivamente;
- umidade de compactação do material: compreendida entre (-)1,5% e (+)1,5%, em relação à Umidade Ótima obtida no ensaio de Proctor, do mesmo material, realizado em laboratório e na mesma energia de compactação;
- o Grau de Compactação G.C.( %): deverá ser de, no mínimo, 100%.

**6- EXECUÇÃO, CONTROLE E DEMAIS INSTRUÇÕES**

São os discriminados na Especificação Técnica PMSP/SP ETS 001/2002 – Camadas de Reforço, Sub-base e Base Mista de Pavimento com Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil.