

• Materiais de pavimentação:

- Solo brita cimento
- RCD
- Escória de Aciaria

2º.semestre / 2025

SOLO BRITA CIMENTO - SBC

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

1

SOLO BRITA CIMENTO - SBC

- Parte do sucesso do SBC está nas peculiaridades do solo utilizado e bom desempenho do solo cimento.
- Solo-brita-cimento é o produto resultante da mistura, em usina, de solo, pedra britada, cimento Portland, água.
- Aplicado em camada de base de pavimento com espessuras superior a 12 cm e nunca superior a 20 cm. Caso se deseje espessuras superiores essas devem ser executadas em camadas de até 20 cm.

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

3

SOLO BRITA CIMENTO - SBC

Agregado

- Os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- A granulometria da brita deve ser tal que passe 100% na peneira de 38,0 mm (1" e 1/2");
- O desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%;
- A perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER-ME-089(4), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%;
- Índice de forma superior a 0,5 e porcentagem de partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954(5).

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

5

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

2

SOLO BRITA CIMENTO - SBC

DER-SP ET-DE-P00/007 - Sub-Base ou Base de Solo-Brita-Cimento, específica:

Os finos dos solos, isto é, com diâmetro inferior a 0,42 mm devem satisfazer as seguintes condições:

- ter limite de liquidez inferior a 40%, determinado conforme NBR 6459;
- ter índice de plasticidade inferior a 18%.
- A granulometria do solo deve atender os requisitos:

| Peneiras n. | (mm) | % que Passa | | Tolerância |
|----------------|-------|-------------|----|------------|
| | | I | II | |
| 2" | 50,8 | 100 | | |
| 4 | 4,8 | 50 - 100 | | ±5% |
| 40 | 0,42 | 15 - 100 | | ±2% |
| 200 | 0,075 | 5 - 35 | | ±2% |

Não deve conter matéria orgânica e outras impurezas nocivas

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

4

SOLO BRITA CIMENTO - SBC

A dosagem da mistura da solo-brita-cimento deve atender aos seguintes requisitos:

- Composição de 60 x 40 (60% brita e 40% solo)
- A curva granulométrica de projeto da mistura deve enquadrar-se na faixa granulométrica da Tabela abaixo;

| Peneiras n. | (mm) | % que Passa | | Tolerância |
|----------------|-------|-------------|---------|------------|
| | | I | II | |
| 2" | 50,8 | 100 | 100 | |
| 1" | 25,4 | - | 75 - 95 | ±7% |
| 3/8" | 9,5 | 30 - 65 | 40 - 75 | ±7% |
| 4 | 4,8 | 25 - 55 | 30 - 60 | ±5% |
| 10 | | 15 - 40 | 20 - 45 | ±5% |
| 40 | 0,42 | 8 - 20 | 15 - 30 | ±5% |
| 200 | 0,075 | 2 - 8 | 5 - 15 | ±2% |

Porcentagem em massa de cimento a ser incorporada na mistura, isto é, o teor de cimento deve ser fixado de modo a atender a resistência à compressão simples e a tração no ensaio de compressão diametral, ambas aos 28 dias, especificadas no projeto da estrutura do pavimento.

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

6

SOLO BRITA CIMENTO - SBC

Definições:

- Define-se teor de cimento em massa como sendo a relação entre a massa de cimento e a massa total da mistura, multiplicado por 100.
- Define-se porcentagem de brita em massa como sendo a relação entre a massa de brita e a massa total da mistura, multiplicado por 100
- Define-se porcentagem de solo em massa como sendo a relação entre a massa de solo e a massa total da mistura, multiplicado por 100.

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

7

Reciclado de construção e demolição - RCD

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

8

Reciclado de construção e demolição - RCD

A especificação técnica: **PMSP/SP ETS – 001/2003** – Camadas de reforço do subleito, sub-base e base mista de pavimento com agregado reciclado de resíduos sólidos da construção civil, classifica os RCD, em três tipos:

- 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, submetidos à queima;
- 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 material constitutivo básicos às areis, os agregados pétreos, cimentos e calces; e,
- resíduos sólidos **mistos** de construção civil: constituídos predominantemente (acima de **70% em massa**) dos materiais descritos nos itens 1 e 2.

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

9

Reciclado de construção e demolição - RCD

Os requisitos necessários que o RCD deve apresentar para serem empregados em camadas de reforço do subleito, sub-base ou base mista estão elencados a seguir:

Os agregados 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:

- O agregado reciclado deverá apresentar curva **granulométrica contínua e bem graduada**, com coeficiente de curvatura (C) compreendido entre 1 e 3 e coeficiente de uniformidade (Cu) ≥ 10 ;
- A porcentagem que passa na # 0,42 mm de abertura (n. 40) deverá ficar entre 10% e 30%;
- Os agregados reciclados será classificados quanto ao tipo de emprego possível na execução de camadas de pavimentos, segundo parâmetros de índice de suporte Califórnia (CBR), conforme discriminado abaixo:
- material destino a **reforço do subleito**: **CBR $\geq 12\%$** , expansão $\leq 1,0\%$ - energia de compactação normal;
- material destino a **sub-base**: **CBR $\geq 20\%$** , expansão $\leq 1,0\%$ - energia de compactação intermediária;
- material destino a **base mista de pavimento**: **CBR $\geq 60\%$** , expansão $\leq 0,5\%$ - energia intermediária.
- Será permitido o uso como material de base mista somente para vias de tráfego com $N \leq 10^5$ repetições do eixo padrão de 80 kN no período de projeto.

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

10

Reciclado de construção e demolição - RCD

A NBR 15115 (2004) – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Apresenta as **características que o RCD deve apresentar para ser empregado como camada de base e sub-base de pavimento**.

ABNT-NBR – 15116(2004) - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e **preparo de concreto sem função estrutural** – Requisitos.

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

11

Escória de aciaria (ACERITA ®)

Materiais de Pavimentação

PROF. Dr. Edson de Moura

12

Escória de aciaria (ACERITA ®)

Por definição seria escória de alto forno o resíduo da fabricação do ferro gusa e escória de aciaria o resíduo da obtenção do aço

DNIT tem especificado o uso da escória de aciaria (ACERITA ®) em camadas de pavimento:

- DNIT 114/2009 – ES - Sub-base estabilizada granulometricamente com escória de aciaria
- DNIT 115/2009 – ES - Base estabilizada granulometricamente com escória de aciaria

Escória de aciaria-LD, obtida pelo [processo Linz-Donawitz](#) ou LD. É o processo mais comum para a produção de [aço](#), como um material patenteado – produzida pela ARCELORMITTAL - TUBARÃO, com redução de expansão denominada de ACERITA®.

Escória de aciaria (ACERITA ®)

- Composição [granulométrica da escória](#) deve satisfazer a faixa

| Peneira n. | (mm) | % em peso passado | | Tolerância |
|---------------|-------|----------------------|----------|------------|
| | | A | B | |
| 1" | 25,4 | 100 | 100 | ±7% |
| 3/8" | 9,5 | 50 - 85 | 60 - 100 | ±7% |
| 4 | 4,76 | 35 - 65 | 50 - 85 | ±5% |
| 10 | 2 | 25 - 50 | 40 - 70 | ±5% |
| 40 | 0,42 | 15 - 30 | 25 - 50 | ±2% |
| 200 | 0,075 | 5 - 15 | 10 - 35 | ±2% |

- Índice de suporte Califórnia superior a 60%;
- Loa Angeles inferior a 40%;
- Média do potencial de [expansão](#) de 3 corpos de prova, medido pelo ensaio definido pela norma DNIT 113/2009-ME – deve apresentar valor inferior a 3%
- Módulo de resiliência ≥ 300 MPa.

Escória de aciaria (ACERITA ®)

Essa norma especifica as características do [solo](#) a ser utilizado para a estabilização:

- O solo deve ser de comportamento laterítico, atendendo aos grupos: LA, LA' e LG' da classificação MCT.
- Composição granulométrica

| Peneira n. | (mm) | % em peso passado | |
|---------------|-------|----------------------|-----|
| | | A | B |
| 1" | 25,4 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9,5 | 90 - 100 | 100 |
| 4 | 4,76 | 89 - 99 | 100 |
| 10 | 2 | 85 - 97 | 100 |
| 40 | 0,42 | 63 - 80 | 100 |
| 100 | 0,15 | 52 - 67 | 100 |
| 200 | 0,075 | 45 - 65 | 100 |

Escória de aciaria (ACERITA ®)

A norma DNIT 114/2009-ES, aponta as propriedades da [mistura de escória de aciaria – ACERITA e solo](#),

- Granulometria deve necessariamente atender as distribuições granulométricas da faixa A ou faixa B

| Peneira n. | (mm) | % em peso passado | | Tolerância |
|---------------|-------|-------------------|----------|------------|
| | | A | B | |
| 1" | 25,4 | 100 | 100 | ±7% |
| 3/8" | 9,5 | 50 - 85 | 60 - 100 | ±7% |
| 4 | 4,76 | 35 - 65 | 50 - 85 | ±5% |
| 10 | 2 | 25 - 50 | 40 - 70 | ±5% |
| 40 | 0,42 | 15 - 30 | 25 - 50 | ±2% |
| 200 | 0,075 | 5 - 15 | 10 - 35 | ±2% |

- Índice de suporte Califórnia superior a 20% e expansão inferior a 1%
- Média do potencial de expansão de 3 corpos de prova da mistura, medido pelo ensaio definido pela norma DNIT 113/2009-ME – deve apresentar valor inferior a 1,5%
- A água deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

Escória de aciaria (ACERITA ®)

Escoria de aciaria – Acerita – para base de pavimentos, com a norma DNIT 115/2009 – ES especifica que:

- Índice de suporte Califórnia somente da escória deve ser superior a 80%;
- O índice de suporte da mistura deve ser superior a 60% e expansão menor que 0,5%
- Os demais tópicos são os mesmos apresentados na especificação de sub-base descritos acima

Escória de aciaria (ACERITA ®)

Expansibilidade da Escória de aciaria (ACERITA ®)

Escória de aciaria é subproduto do processo de transformar o ferro gusa em diferentes tipos de aço.

No interior do auto forno uma lança sopra oxigênio em alta pressão para o interior do forno, produzindo reações químicas que separam as impurezas, como os gases e a escória.

Esses gases formam óxidos de cálcio e de magnésio (periclásio) livres no interior da escória, propiciando uma instabilidade da escória.

Após a aplicação da escória em camadas de pavimentos, caso a escória ainda contenha esses óxidos, esses serão liberador e com a força e expansão acabam por danificar a camada de revestimento do pavimento.

Procedimento para verificação da estabilidade da escória para aplicação em camadas de pavimento.

- i. Moldagem de 3 corpos de prova no molde CBR na energia modificada, um abaixo da umidade ótima, um acima e outro no teor ótimo;
- ii. Imergir os moldes + colarinho + prato perfurado + pesos anelares em um recipiente com água a 38 °C;
- iii. Em seguida colocar o conjunto em estufa a 71 °C por 7 dias;
- iv. Remover a água do recipiente e manter o conjunto na estufa a mesma temperatura por mais 7 dias. Cuidados para manter o corpo de prova sempre saturado;
- v. Destorrear o corpo de prova verificando se houve alguma formação cristalina na superfície das partículas da escória.

Valeu!

Partiu pra P1?