

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15115

Primeira edição
30.06.2004

Válida a partir de
30.07.2004

Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos

*Recycled aggregates of construction and demolition wastes –
Construction of pavement layers - Procedures*

Palavras-chave: Resíduo sólido. Agregado. Pavimentação. Obra
*Descriptors: Construction and demolition wastes. Recycled aggregates
Pavements*

ICS 13.030

© ABNT 2004

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada em qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT

Av. Treze de Maio, 13 – 28º andar

20003-900 – Rio de Janeiro – RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 2220-1762

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Impresso no Brasil

Sumário

Página

Prefácio.....	iv
Introdução	iv
1 Objetivo	1
2 Referências normativas	1
3 Definições	2
4 Materiais	2
5 Equipamentos.....	3
6 Execução.....	3
6.1 Generalidades.....	3
6.2 Condições físicas da superfície de apoio da camada de agregado reciclado.....	4
6.3 Transporte do agregado reciclado	4
6.4 Distribuição do material.....	4
6.5 Compactação	4
6.6 Condições gerais.....	5
6.7 Execução de revestimento primário.....	5
7 Controle.....	5
7.1 Controle tecnológico dos materiais	5
7.2 Controle de execução	6
7.2.1 Controle tecnológico da camada executada:	6
7.2.2 Controle de espessura e de acabamento	6
7.3 Controle de recebimento	6
7.3.1 Condições de recebimento com base no controle tecnológico dos materiais	6
7.3.2 Condições de recebimento com base no controle de execução da camada.....	6
7.3.3 Condições de recebimento com base no controle de espessura e de acabamento	7
8 Recomendações de ordem geral	8
Anexo A (normativo) Execução de camada de revestimento primário de vias de terra (cascalhamento), com utilização de agregado reciclado.....	9
A.1 Objetivo	9
A.2 Definição	9
A.3 Descrição dos serviços	9
A.3.1 Preparo de subleito	9
A.3.2 Execução da camada de revestimento primário.....	10
A.4 Características exigidas para o agregado reciclado	10
A.5 Características exigidas para a camada	10

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

A ABNT NBR 15115 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-02), pela Comissão de Estudo de Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil para Pavimentação (CE-02:130:05). O Projeto circulou em Consulta Pública conforme Edital nº 11 de 28.11.2003, com o número Projeto 02:130.05-002.

Esta Norma contém o anexo A, de caráter normativo.

Introdução

A necessidade da gestão e manejo corretos dos resíduos da construção civil, de forma a tornar viáveis destinos mais nobres para os resíduos gerados nesta atividade, foram estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.

O atendimento aos limites a serem respeitados e o potencial de uso destes resíduos remetem a um conjunto de Normas Brasileiras que abrangem os resíduos sólidos da construção civil, resíduos volumosos e resíduos inertes, incluindo as diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem, áreas de reciclagem e aterros, bem como o estabelecimento de requisitos para os agregados reciclados que podem ser gerados e sua aplicação em obras de engenharia.

Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos

1 Objetivo

Esta Norma estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado “agregado reciclado”, em obras de pavimentação.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

Resolução CONAMA nº 307, de 05/07/2002 – Gestão dos resíduos da construção civil

ABNT NBR 6457:1984 – Amostra do Solo – Preparação para ensaio de compactação e ensaios de caracterização

ABNT NBR 7181:1984 – Solo – Análise granulométrica

ABNT NBR 7182:1984 – Solo – Ensaio de compactação

ABNT NBR 7185:1986 – Solo – Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego do frasco de areia

ABNT NBR 7207:1982 – Terminologia e classificação de pavimentação

ABNT NBR 7809:1983 – Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro

ABNT NBR 9895:1987 – Solo – Índice de Suporte Califórnia

ABNT NBR 11170:1990 – Serviços de pavimentação - Terminologia

ABNT NBR 11171:1990 – Serviços de pavimentação – Classificação

ABNT NBR 11804:1991 – Materiais para sub-base ou base de pavimentos estabilizados granulometricamente

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições das ABNT NBR 7207, ABNT NBR 11170 e ABNT NBR 11171, e as seguintes:

3.1 resíduos sólidos da construção civil classe “A”: Resíduos provenientes de construções, reformas, reparos ou demolições de obras de construção civil, definidos como classe “A” pela resolução CONAMA nº 307/2002, na qual incluem-se tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, agregados pétreos, argamassas, telhas, camadas asfálticas de pavimentos e outros, adequados à execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base, bem como camada de revestimento primário

3.2 agregado reciclado: Material granular, obtido por britagem ou beneficiamento mecânico, de resíduos da construção civil classificados como resíduo de construção classe “A”, conforme 3.1, que apresenta as características técnicas descritas na seção 4, para aproveitamento em obras de pavimentação.

3.3 reciclagem: Processo de aproveitamento de resíduos, depois de terem sido submetidos a transformação.

3.4 reforço do subleito, sub-base e base de agregado reciclado para pavimento: Camadas de agregado reciclado, cujas técnicas executivas e controle de qualidade estão descritos nas seções 4 a 7.

4 Materiais

A camada de reforço do subleito, sub-base e base de agregado reciclado deve ser executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

- a) deve ser evitada a presença de madeiras, vidros, plásticos, gessos, forros, tubulações, fiações elétricas e papéis ou quaisquer materiais orgânicos ou não inertes, classificados como classe “B”, “C” e “D” pela Resolução CONAMA nº 307;
- b) o agregado reciclado deve apresentar curva granulométrica, obtida por meio do ensaio da ABNT NBR 7181, bem graduada, não uniforme, com coeficiente de uniformidade $C_u \geq 10$ ($C_u = D_{60} / D_{10}$);
- c) a porcentagem que passa na peneira 0,42 mm (nº 40) deve ficar entre 10% e 40%;
- d) os agregados reciclados devem ser 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 da ABNT NBR 9895, conforme abaixo discriminado:
 - material para execução de reforço de subleito: $CBR \geq 12\%$, expansão $\leq 1,0\%$ (energia de compactação normal, conforme ABNT NBR 7182 e ABNT NBR 6457);
 - material para execução de sub-base: $CBR \geq 20\%$, expansão $\leq 1,0\%$ (energia de compactação intermediária, conforme ABNT NBR 7182 e ABNT NBR 6457);
 - material para execução de base de pavimento: $CBR \geq 60\%$, expansão $\leq 0,5\%$ (energia de compactação intermediária, conforme ABNT NBR 7182 e ABNT NBR 6457); é permitido o uso como material de base somente para vias de tráfego com $N \leq 10^6$ repetições do eixo-padrão de 80 kN no período de projeto;
- e) no caso de materiais que não atendam às exigências da alínea anterior, estes podem ser estabilizados granulometricamente, conforme a ABNT NBR 11804, ou com adição de cimento e/ou cal hidratada, e neste caso ser submetidos ao ensaio de resistência à compressão simples, após 7 dias de cura, devendo apresentar resistência de no mínimo 2,1 MPa, em corpos-de-prova moldados na energia de compactação especificada;

- f) a porcentagem máxima admissível, em massa, para grãos de forma lamelar, obtida conforme a ABNT NBR 7809, é de 30%;
- g) dimensão característica máxima dos grãos: 63,5 mm (tolerância de 5% da porcentagem retida, em massa, na peneira de 63,5 mm), limitada a 2/3 da espessura da camada compactada;
- h) materiais indesejáveis de grupos distintos: máximo de 3% em massa;
- i) materiais indesejáveis de mesmo grupo: máximo de 2% em massa;
- j) não são permitidos materiais nocivos ao meio ambiente ou à saúde do trabalhador.

5 Equipamentos

O conjunto de equipamentos básicos indicados para execução da camada de agregados reciclados compreende:

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

6 Execução

6.1 Generalidades

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, ela deve ser subdividida em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base, sub-base ou reforço de subleito deve ser de 10 cm, após a compactação.

6.2 Condições físicas da superfície de apoio da camada de agregado reciclado

A superfície de apoio da camada deve atender ao seguinte:

- a) a camada sobre a qual é executado o reforço do subleito, a sub-base ou a base deve ter sido executada de acordo com as condições em projeto. Eventuais defeitos existentes devem ser reparados antes da distribuição da camada de agregado reciclado;
- b) 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 tiver sido exposta à chuva devem ser efetuadas as seguintes verificações:
 - o teor de umidade deve situar-se dentro do intervalo de $\pm 3\%$ em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação em laboratório;
 - o grau de compactação deve 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 devem ser reexecutadas.

6.3 Transporte do agregado reciclado

O agregado reciclado deve ser transportado para o local de aplicação, devidamente protegido contra intemperismo ou contaminação.

6.4 Distribuição do material

A distribuição do material deve considerar:

- a) a distribuição do material solto deve ter uma espessura suficiente para que após a compactação atinja a espessura de projeto;
- b) a distribuição do material sobre a camada subjacente deve ser realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir o agregado reciclado em espessura uniforme, sem produzir segregação;
- c) excepcionalmente, a distribuição do agregado reciclado pode ser procedida pela ação de motoniveladora, devendo, neste caso, ser adotado um critério de trabalho que assegure a qualidade do serviço;
- d) a espessura de cada camada individual acabada deve se situar no intervalo de 10 cm, 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. Neste caso, a camada deve ser refeita.

6.5 Compactação

Quanto à compactação dos materiais, devem ser observados os seguintes aspectos:

- 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 compactação 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 deve ser no mínimo de:
 - camada de reforço do subleito – energia normal;

- camada de base e sub-base – energia intermediária;
- c) o teor de umidade da mistura, por ocasião da compactação da camada de agregado reciclado, deve 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 deve ser executada mediante o emprego de rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro vibratório e liso vibratório;
- e) nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo das bordas para o eixo e, nas curvas, partindo da borda interna para a borda externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente comprimida;
- f) durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da camada para correção da umidade;
- g) as manobras do equipamento de compactação que impliquem variações direcionais prejudiciais à qualidade dos serviços devem ocorrer fora da área de compactação;
- h) o grau de compactação mínimo exigido para a camada acabada deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida em laboratório, na energia especificada. O número de passadas do compactador deve ser 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 deve ser feita por meio de compactadores portáteis manuais ou mecânicos.

6.6 Condições gerais

São aplicáveis à execução da camada de agregado reciclado as seguintes recomendações:

- a) não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva;
- b) a camada de agregado reciclado deve, quando necessário, ser drenada através de lastro sob a sarjeta. Esse lastro deve estar interligado ao sistema de drenagem da via.

6.7 Execução de revestimento primário

O anexo A apresenta recomendações técnicas para execução de camada de revestimento primário de ruas em terra (cascalhamento), com utilização de agregado reciclado.

7 Controle

Devem ser procedidos os ensaios ou verificações indicados em 7.1 a 7.3.

7.1 Controle tecnológico dos materiais

Preliminarmente ao espalhamento e compactação, devem ser realizados:

- a) ensaio de granulometria, conforme ABNT NBR 7181, com determinação do coeficiente de uniformidade e verificação da porcentagem de material que passa na peneira de 0,42 mm, a cada lote equivalente a 700 m² de camada acabada, com no mínimo três determinações;
- b) determinação da massa específica aparente seca, umidade ótima e Índice de Suporte Califórnia (CBR) e expansão, de acordo com as ABNT NBR 7185, ABNT NBR 7182 e ABNT NBR 9895, respectivamente, para cada lote equivalente a 2 000 m² de camada acabada, com no mínimo três determinações;

- c) determinação da porcentagem de grãos lamelares, conforme ABNT NBR 7809, sempre que houver variação nas características do agregado utilizado ou a cada lote equivalente a 700 m² de camada acabada.

7.2 Controle de execução

7.2.1 Controle tecnológico da camada executada

Após a execução das camadas, observar:

- a) o teor de umidade na pista, por método expedito normalizado, a cada 700 m² de camada, imediatamente antes do início das operações de compactação;
- b) a massa específica aparente seca *in situ*, de acordo com a ABNT NBR 7185, imediatamente após a conclusão das operações de compactação, espaçadas no máximo a cada 50 m de pista, alternando borda direita, eixo, borda esquerda, ou a cada 400 m² de camada, com no mínimo três determinações.

7.2.2 Controle de espessura e de acabamento

Atendidas as condições geométricas de projeto, devem ser controlados:

- a) a espessura: logo após a execução da camada, devem ser feitas locação e nivelamento do eixo e das bordas, a cada 20 m, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal;
- b) o acabamento da superfície: ondulações, escamações, segregações superficiais e outros aspectos devem ser avaliados visualmente.

7.3 Controle de recebimento

7.3.1 Condições de recebimento com base no controle tecnológico dos materiais

Os serviços devem ser aceitos, desde que os valores individuais dos ensaios de granulometria, lamelaridade e Índice de Suporte Califórnia atendam aos limites definidos nesta Norma.

7.3.2 Condições de recebimento com base no controle de execução da camada

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 deve ser aceita:

- a) se não for obtido nenhum valor menor que 100%; ou
- b) se for satisfeita a seguinte condição:

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

onde:

\bar{X} é a média aritmética dos valores de graus de compactação obtidos (em porcentagem), calculada pela seguinte equação:

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

S é o desvio-padrão do mesmo conjunto de valores, calculado pela seguinte equação:

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

K é o coeficiente indicado na tabela 1;

X_i representa os valores individuais obtidos (em porcentagem)

Tabela 1 — 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:

L é o valor limite especificado na amostra.

7.3.3 Condições de recebimento com base no controle de espessura e de acabamento

O serviço executado pode ser aceito, com base no controle de espessura e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) os valores individuais de espessura da camada não devem estar fora do intervalo + 2 cm e – 1 cm em relação à espessura do projeto;
- b) a espessura média da camada e (em centímetros) deve ser determinada pela seguinte equação:

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

onde:

\bar{X} é a média aritmética dos valores individuais medidos (em centímetros), calculada pela seguinte equação:

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

S é o desvio-padrão do mesmo conjunto de valores, calculado pela seguinte equação:

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

K é o coeficiente indicado na tabela 2;

N é quantidade de valores medidos (N > 3);

X₁ representa os valores individuais medidos (em centímetros).

A espessura média e, calculada estatisticamente segundo a expressão acima referida não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 1 cm.

Em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de agregado reciclado com espessura média inferior à de projeto, a diferença deve ser compensada estruturalmente na camada a ser superposta.

Em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, da camada de agregado reciclado com espessura superior à de projeto, a diferença não deve ser deduzida da espessura da camada superior.

Tabela 2 — 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	-	-

c) as condições de acabamento devem atender a 7.2.2.

8 Recomendações de ordem geral

Não é recomendável que a camada de reforço do subleito, sub-base ou base de agregado reciclado seja submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, pode ser autorizada a liberação ao tráfego, por curto espaço de tempo, desde que tal fato não altere as características especificadas para o serviço.

Quando for prevista a imprimação impermeabilizante da camada de agregado reciclado, recomenda-se sua execução logo após a conclusão da compactação. Recomenda-se ainda que, antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície esteja adequadamente limpa e isenta de materiais soltos.

Anexo A (normativo)

Execução de camada de revestimento primário de vias de terra (cascalhamento), com utilização de agregado reciclado

A.1 Objetivo

Este anexo tem como objetivo definir os procedimentos técnicos a serem seguidos na execução de revestimento primário de vias de terra (cascalhamento) com uso de agregado reciclado.

A.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.

A.3 Descrição dos serviços

Os serviços de revestimento primário de vias de terra com uso de agregado reciclado são os descritos em A.3.1 e A.3.2.

A.3.1 Preparo de subleito

O preparo do subleito consiste na conformação geométrica (transversal e longitudinal) do leito da via, bem como sua escarificação, correção de umidade do solo e compactação. Deve ser observado que:

- o preparo do subleito deve acontecer na profundidade média mínima de 15 cm, 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 deve situar-se no intervalo de $\pm 1,5\%$ em relação à umidade ótima (hot) obtida no ensaio de compactação em laboratório;
- o grau mínimo de compactação deve ser de 100% (Proctor – energia normal);
- a superfície acabada do subleito preparado e conformado não deve apresentar bolsões de solos moles ou saturados, com perda de capacidade estrutural, ou instáveis, devendo, nessas ocorrências, ser feita a substituição do material existente por material de boa qualidade.

NOTAS

1 Nos locais em que há concentração de umidade e é inviável sua correção para fins de compactação, deve-se proceder à sua substituição ou estabilização por cravação de fragmentos de agregado reciclado com dimensão entre 50 mm e 100 mm, desde que não haja limitações de elevação do greide da via.

2 Na presença de redes subterrâneas (água, esgoto etc.) em profundidades que impeçam a escarificação ou compactação para o preparo de subleito, deve ser verificada a possibilidade de alteamento do greide do leito da via ou, então, de rebaixamento da(s) rede(s).

A.3.2 Execução da camada de revestimento primário

A execução da camada de revestimento primário com emprego de agregado reciclado deve obedecer às exigências contidas nesta Norma.

A.4 Características exigidas para o agregado reciclado

Para fins de execução de revestimento primário (cascalhamento), devem ser observadas as seguintes características:

- dimensão característica máxima dos grãos: 63,5 mm (tolerância de 5% da porcentagem retida, em massa na peneira de 63,5 mm), limitada a 2/3 da espessura da camada compactada;
- granulometria: contínua e bem graduada, não uniforme, com coeficiente de uniformidade (C_u) maior ou igual a 10;
- porcentagem de material que passa na peneira de 0,42 mm (n° 40): entre 10% e 40%;
- Índice de Suporte Califórnia (CBR) \geq 20% e expansão \leq 1,0% - energia de compactação normal;
- porcentagem de grãos de forma lamelar: deve ser menor que 30%;
- porcentagem máxima de materiais indesejáveis, de mesma característica: 2% em massa;
- porcentagem máxima de materiais indesejáveis de características distintas: 3% em massa;
- deve ser isento de materiais nocivos ao meio ambiente ou à saúde do trabalhador (produtos químicos, amianto etc.).

A.5 Características exigidas para a camada

A camada de revestimento primário (cascalhamento) com utilização de agregado reciclado deve observar:

- espessura máxima da camada compactada de revestimento primário: 20 cm;
- umidade de compactação: \pm 1,5%, em relação à umidade ótima obtida em laboratório (ensaio de Proctor, na energia normal);
- grau de compactação (%) deve ser de no mínimo 100% em relação ao ensaio de compactação (energia normal).