



DOCUMENTO DE APLICAÇÃO

Eco Impact, S.A.
Estrada do Tojal, km 1, Ferraria – S. Pedro
2480-188 Porto de Mós
Portugal
tel.: (+351) 24 448 01 20
e-e: geral@ecoimpact.pt

ABGER 0/31,5

AGREGADOS BRITADOS DE GRANULOMETRIA
EXTENSA RECICLADOS

DA 141

CI/SfB

(90.4)

Ys9

(Ajs)

CDU

691.322.004.8:625.7/8

ISSN

1646-3595

MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO
ROAD MATERIALS
MATÉRIAUX ROUTIERS

SETEMBRO DE 2023

O presente Documento de Aplicação anula e substitui o DA 90, de junho de 2018.

A situação de validade deste Documento de Aplicação deve ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

O presente Documento de Aplicação, de carácter voluntário, define as características e estabelece as condições de produção e de aplicação em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários dos *agregados britados de granulometria extensa reciclados* (*ABGER 0/31,5*) constituídos por resíduos de misturas betuminosas e outros resíduos de construção e demolição, produzidos e comercializados pela empresa Eco Impact, S.A.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P. (LNEC) emite um parecer técnico favorável relativamente à utilização dos *agregados britados de granulometria extensa reciclados* (*ABGER 0/31,5*) descritos na secção 1 do presente Documento de Aplicação, em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários, nas seguintes condições:

- O campo de aplicação dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5* respeita o estabelecido na secção 2.
- A empresa Eco Impact, S.A. assegura a constância das condições de produção que permite a aposição da marcação CE ao produto, nomeadamente através de um adequado controlo interno da produção sintetizado na secção 3.
- A execução em obra das camadas não ligadas de pavimentos rodoviários respeita as regras descritas na secção 5.

A utilização dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5* em obras de pavimentação fica ainda condicionada pelas disposições aplicáveis da regulamentação em vigor.

Este Documento de Aplicação é válido até setembro de 2026, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste Documento de Aplicação caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade do produto.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em setembro de 2023.

O CONSELHO DIRETIVO

Laura Caldeira
Presidente

1 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

1.1 Descrição geral

Os agregados britados de granulometria extensa reciclados (ABGER 0/31,5) resultam do processamento e composição nas percentagens ponderais de 30% de resíduos de misturas betuminosas e de 70% de outros resíduos de construção e demolição, e destinam-se à execução de camadas não ligadas de pavimentos rodoviários, com funções idênticas às dos agregados britados de granulometria extensa de origem natural. Este produto é produzido pela empresa Eco Impact, S.A.

Os agregados reciclados ABGER 0/31,5 colocados no mercado são objeto de marcação CE, acompanhada das informações previstas no Anexo ZA da Norma NP EN 13242: 2002+A1:2010 – *Agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária*.

1.2 Características principais

Os agregados reciclados ABGER 0/31,5 estão conforme os requisitos da especificação LNEC E 473:2009/Emenda1:2023 – *Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos*.

Os agregados reciclados ABGER 0/31,5 possuem uma dimensão máxima nominal de 31,5 mm e uma granulometria contínua. Na Figura 1 apresenta-se a curva granulométrica, conforme a declaração de desempenho, e o seu enquadramento no fuso granulométrico do caderno de encargos tipo da Infraestruturas de Portugal, S.A. (ex-Estradas de Portugal, S.A., 14.03 – Pavimentação, 2014), para camadas granulares não ligadas.

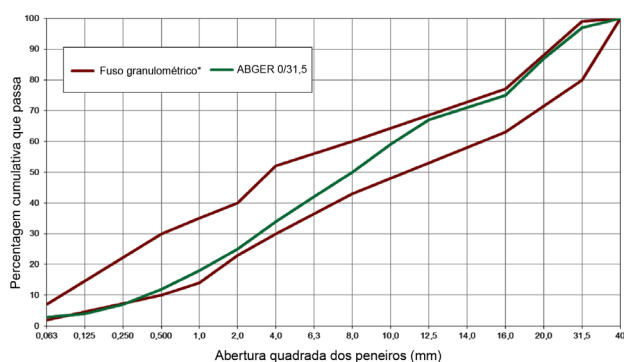


Figura 1 – Curva granulométrica da mistura de agregados e enquadramento no fuso granulométrico

Os agregados reciclados ABGER 0/31,5 devem obedecer às especificações do caderno de encargos estabelecido pelo dono de obra para a mistura de agregados a aplicar em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários, no que se refere às características geométricas, físicas e mecânicas.

As características dos agregados reciclados ABGER 0/31,5 foram determinadas em conformidade com o disposto na norma NP EN 13242: 2002+A1:2010.

No Quadro 1 apresentam-se as características dos agregados ABGER 0/31,5 associadas à marcação CE.

1.3 Avaliação da libertação de substâncias perigosas

No Quadro 2 apresentam-se os valores relativos à libertação de metais pesados por lixiviação e libertação de outras substâncias perigosas, dos agregados reciclados ABGER 0/31,5, tendo como base o estabelecido no Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro (Anexo II, Parte B, Tabela n.º 2 – Valores-limite para admissão em aterros para resíduos inertes) e conforme requisito da especificação LNEC E 473:2009/Emenda1:2023 – *Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos. Os resultados obtidos constam do relatório Estudo da aplicação de resíduos de construção e demolição (RCD) em infraestruturas de transportes. Renovação do Documento de Aplicação DA90: ABGER 0/31,5 agregados britados de granulometria extensa reciclados*, de junho de 2023 (Relatório 243/2023), elaborado para a empresa Eco Impact, S.A.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Os agregados reciclados ABGER 0/31,5 destinam-se a ser aplicados em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários, constituindo assim uma camada de base, de sub-base ou de leito de pavimento, conforme previsto na norma NP EN 13242: 2002+A1:2010.

3 FABRICO, CONTROLO DA QUALIDADE E ARMAZENAGEM

A produção dos agregados reciclados ABGER 0/31,5, pela empresa Eco Impact, S.A., tem lugar no Complexo Industrial de Alenquer, situado na Carapinha – Alenquer.

A empresa Eco Impact, S.A. tem o sistema de gestão da qualidade certificado segundo a norma NP EN ISO 9001:2015 (Certificado n.º E – 5827) e o sistema de gestão ambiental certificado segundo a norma NP EN ISO 14001:2015 (Certificado n.º A – 0868).

Os agregados ABGER 0/31,5 são objeto de marcação CE, no centro de produção *Complexo Industrial de Alenquer*, segundo a NP EN 13242:2002+A1:2010, em conformidade com o Regulamento dos Produtos de Construção UE 305/2011 (Certificado CPF n.º 1515-CPR-0424).

Após a receção e armazenagem inicial, os resíduos de misturas betuminosas e os outros resíduos de construção e demolição são sujeitos a operações de separação e de triagem. Após a triagem, os resíduos são sujeitos a operações de britagem e crivagem, com recurso a britador móvel, crivo e telas transportadoras, sendo posteriormente armazenados em pilhas de produto independentes.

Com recurso à pá carregadora, é feita a mistura dos resíduos nas percentagens ponderais de 30% de resíduos de misturas betuminosas e de 70% de outros resíduos de construção e demolição, do qual resultam os agregados reciclados ABGER 0/31,5 que são armazenados em pilhas, identificadas por lote de produto acabado, de forma a permitir rastrear estes materiais desde a sua produção até à sua utilização.

Os agregados reciclados ABGER 0/31,5 são arrumados em pilhas na área de armazenagem, preferencialmente ao abrigo das ações atmosféricas, nomeadamente da precipitação.

QUADRO 1

Características dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5* associadas à marcação CE

Características		Método de ensaio	Expressão dos resultados	Valores declarados pelo fabricante*
Dimensão das partículas		NP EN 933-1:2014	mm	0/31,5
			Categoria	C _A 80
Forma das partículas	Índice de achatamento	NP EN 933-3:2014	Classe	FI ₂₀
	Índice de forma	EN 933-4:2008	Classe	SI _{NR}
Massa volúmica das partículas (4 mm / 31,5 mm)		EN 1097-6:2013	Mg/m³	do material impermeável 2,58 ± 0,05
			Mg/m³	das partículas saturadas 2,46 ± 0,05
			Mg/m³	das partículas secas 2,39 ± 0,05
Absorção de água			%	≤ 4,0
Limpeza	Teor em finos	NP EN 933-1:2014	Classe	f ₇
	Qualidade dos finos	NP EN 933-9:2009+A1:2017	g/kg	MB ≤ 2
		NP EN 933-8:2012+A1:2017	–	SE ≥ 50
Constituintes		EN 933-11:2011	Classe	FL ₅₋
			Classe	Rcug ₇₀
			Classe	Rb ₁₀₋
			Classe	Ra ₃₀₋
			Classe	Rg ₂₋
			Classe	X ₁₋
Resistência à fragmentação		NP EN 1097-2:2020	Classe	LA ₄₀
Resistência ao desgaste		NP EN 1097-1:2012	Classe	M _{DE} 35
Composição / teor	Sulfatos solúveis em meio ácido	NP EN 1744-1:2009+A1:2014	Classe	AS _{0,2}
	Sulfatos solúveis em água		Classe	SS _{0,2}
	Enxofre total		Classe	S ₁

* Valores apresentados na declaração de desempenho relativa ao produto.

QUADRO 2

Teores médios nos eluatos da amostra ensaiada e limites admissíveis para a deposição de resíduos em aterro para resíduos inertes

Parâmetros	Identificação	Limites admissíveis*
	ABGER 0/31,5 mm	Resíduos inertes
Carbono Orgânico Dissolvido, COD (mg/kg)	38	500
Sólidos Dissolvidos Totais, SDT (mg/kg)	1730	4000
Arsénio (mg/kg)	< 0,05	0,5
Bário (mg/kg)	< 0,30	20
Cádmio (mg/kg)	< 0,01	0,04
Cobre (mg/kg)	< 0,50	2
Mercúrio (mg/kg)	< 0,0080	0,01
Molibdénio (mg/kg)	< 0,25	0,5
Níquel (mg/kg)	< 0,40	0,4
Chumbo (mg/kg)	< 0,50	0,5
Zinco (mg/kg)	< 0,50	4
Cloreto (mg/kg)	50	800
Sulfato (mg/kg)	400	1000
Fenóis (mg/kg)	< 0,05	1

* Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro (Anexo II, Parte B, Tabela n.º 2 – Valores-limite para admissão em aterros para resíduos inertes).

A secção das pilhas tem base com dimensões que variam entre 6 e 10 metros, altura de cerca de 3,5 a 5 metros e comprimento variável. A constituição das pilhas deve garantir uma distância de segurança na envolvente do conjunto destas, que permita a circulação da pá carregadora e de camiões.

Os agregados reciclados *ABGER 0/31,5* são sujeitos ao controlo de produção em fábrica pelo laboratório da empresa e os resultados são confrontados com parâmetros definidos na declaração de desempenho. No caso de não conformidade com os requisitos, tomam-se as medidas necessárias para a afinação do produto final (ex. nova britagem, mistura com outro agregado reciclado), ou armazena-se o produto em local adequado e identificado, para o devido encaminhamento.

O controlo da qualidade dos agregados *ABGER 0/31,5*, assegurado pela empresa, inclui a manutenção dos registos dos resultados dos ensaios efetuados e é objeto de verificações externas periódicas. Em anexo apresenta-se uma listagem dos ensaios, bem como a respetiva periodicidade, realizados pela empresa no âmbito do controlo de produção em fábrica.

As condições de fabrico dos produtos, o controlo da produção em fábrica e as condições de armazenagem foram apreciados pelo LNEC, tendo-se concluído que são satisfatórios. Essas

condições devem ser mantidas de modo a assegurar a constância das características do produto objeto do presente Documento de Aplicação.

4 APRESENTAÇÃO COMERCIAL

Os agregados reciclados *ABGER 0/31,5* são comercializados a granel, com a marcação CE aposta, acompanhados da informação constante do Anexo ZA da norma Portuguesa NP EN 12620: 2002+A1:2010 e, eventualmente, da referência ao presente Documento de Aplicação do LNEC. A empresa deve disponibilizar, a pedido, a respetiva declaração de desempenho.

5 APLICAÇÃO EM OBRA

A aplicação em obra dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5* deve ser precedida da realização de um trecho experimental, por forma a verificar as condições de transporte e espalhamento, bem como aferir os procedimentos e os valores de referência para a compactação e de preparação da superfície para a colocação da camada sobrejacente.

Deve ser avaliada a eventual necessidade de pré-molhagem dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5* e estudado o tipo de equipamento de compactação a adotar, quantificando-se o número de passagens que conduzam à obtenção do índice de vazios adequado, sem que se verifique significativa alteração granulométrica do produto; deve garantir-se que não existe excesso de finos na superfície final, que dificulte a ligação à camada betuminosa sobrejacente, quando o produto é aplicado em camadas de base.

De preferência, para além dos ensaios tradicionais de controlo de compactação, devem ainda ser realizados ensaios mecânicos *in situ*, após a colocação e a compactação do material, nas condições de estado consideradas adequadas, com vista a uma avaliação global do desempenho da camada constituída pelos agregados reciclados *ABGER 0/31,5*.

Durante a aplicação em obra dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5* devem ser usados equipamentos de proteção individual e vestuário adequados à operação a realizar.

6 MODALIDADES DE COMERCIALIZAÇÃO E DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

6.1 Modalidades de comercialização

A empresa Eco Impact comercializa os agregados reciclados *ABGER 0/31,5* para obras de engenharia civil, designadamente de construção rodoviária, em particular em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários. Este produto é comercializado a granel, com a marcação CE aposta em conjunto com a guia de transporte, sendo o transporte da responsabilidade do cliente.

6.2 Assistência técnica

Os serviços de assistência técnica da empresa Eco Impact estão em condições de prestar todos os esclarecimentos necessários à aplicação dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5*.

7 ANÁLISE EXPERIMENTAL

7.1 Condições dos ensaios

Para a caracterização dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5* foram realizados, no LNEC, ensaios de caracterização tendo por base os documentos normativos aplicáveis.

Foram efectuados ensaios sobre amostra entregue no LNEC, bem como sobre amostras recolhidas por técnicos do LNEC após aplicação *in situ* do produto numa obra.

7.2 Ensaios realizados

A análise experimental inicial efectuada pelo LNEC tendo em vista a emissão do DA90, consistiu na realização de ensaios de caracterização geométrica, física, química e mecânica de amostras dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5*.

Os ensaios realizados em laboratório foram os seguintes:

- Análise granulométrica
- Classificação dos constituintes de agregados grossos
- Índice de achatamento
- Índice de forma
- Equivalente de areia
- Azul de metileno
- Resistência à fragmentação do agregado grosso
- Resistência ao desgaste do agregado grosso
- Massa volúmica das partículas
- Absorção de água
- Sulfatos solúveis em água
- Sulfatos solúveis em ácido
- Enxofre total
- Libertação de substâncias perigosas

Os ensaios realizados *in situ* sobre as camadas compactadas foram os seguintes:

- Determinação da baridade pelo método da garrafa de areia
- Colheita de amostras para determinação do teor em água
- Ensaio de carga com deflectómetro de impacto (FWD)

No âmbito da presente renovação foram efectuados os ensaios identificados como a), b) e d) a k) e n), assim como a determinação qualitativa da presença de alcatrão. Foram também realizados ensaios *in situ* sobre o pavimento em serviço, nomeadamente ensaios de carga com deflectómetro de impacto.

7.3 Resultados dos ensaios

Os resultados dos ensaios, as técnicas utilizadas para a realização dos mesmos e a apreciação dos resultados constam de relatórios do LNEC (*Estudo da aplicação de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em infraestruturas de transportes – Fase 1*, de março de 2014 (Relatório 142/2014-NIT); *Estudo da aplicação de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em infraestruturas de transportes – Fase 2*, de junho de 2018 (Relatório 234/2018) e *Estudo da aplicação de resíduos de construção e demolição (RCD)*

em infraestruturas de transportes. Renovação do Documento de Aplicação DA90: ABGER 0/31,5 agregados britados de granulometria extensa reciclados, de junho de 2023 (Relatório 243/2023), elaborados para a empresa Eco Impact, S.A.

8 VISITAS A OBRAS

As visitas efectuadas ao trecho experimental realizado permitiram avaliar a viabilidade da utilização de processos construtivos tradicionais para aplicação dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5* em camadas não ligadas de pavimentos, bem como observar, ao longo do tempo, um comportamento satisfatório dos pavimentos com camadas de sub-base constituídas pelos agregados reciclados *ABGER 0/31,5*, não tendo sido detetada, nas inspeções visuais realizadas, qualquer anomalia significativa.

9 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Em face dos resultados dos ensaios e das visitas a obras realizados no âmbito do estudo efectuado pelo LNEC, considera-se que os agregados reciclados *ABGER 0/31,5*, destinados a serem utilizados na construção de camadas não ligadas de pavimentos rodoviários, são adequados ao uso previsto.

Os resultados dos ensaios de carga com deflectómetro de impacto (FWD) realizados sobre a camada granular construída com os agregados reciclados *ABGER 0/31,5* no trecho experimental e, posteriormente sobre o pavimento contruído e após entrada em serviço, permitem constatar que é possível obter valores do módulo de deformabilidade para a camada em apreço, da mesma ordem de grandeza que os geralmente obtidos para camadas não ligadas com agregados naturais.

Para pavimentos corretamente dimensionados e construídos, desde que os agregados em questão sejam aplicados nas condições definidas no presente Documento de Aplicação, pode estimar-se que as camadas não ligadas de pavimentos rodoviários executadas com os agregados *ABGER 0/31,5* possuem um período de vida útil de 20 anos.

A indicação acerca do valor do módulo de deformabilidade das camadas e do período de vida útil não pode ser interpretada como uma garantia dada pelo fabricante ou pelo LNEC. Essa indicação deve apenas ser considerada como um meio para a escolha de produtos adequados em relação à utilização prevista. Salienta-se, entretanto, que condições associadas a uma deficiente concepção do pavimento, a uma deficiente construção ou a condições de utilização distintas das previstas podem conduzir a anomalias no funcionamento das camadas do pavimento rodoviário e reduzir significativamente a sua durabilidade.

10 ENSAIOS DE RECEÇÃO

Os ensaios de receção em obra justificam-se para verificar a identidade do produto fornecido relativamente ao que é objeto do presente Documento de Aplicação. Em tal caso, devem ser efectuados ensaios que permitam verificar que, para as características referidas no Quadro 1, os agregados reciclados *ABGER 0/31,5* exibem valores que se enquadram dentro dos limites que aí se especificam.

11 REFERÊNCIAS

Segundo os dados fornecidos pela empresa Eco Impact, os agregados reciclados *ABGER 0/31,5* são utilizados desde 2014, tendo sido já aplicada uma quantidade acima de 30 000 t em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários.

Ainda de acordo com a empresa, indicam-se em seguida algumas das obras em que teve lugar a aplicação dos agregados reciclados *ABGER 0/31,5*:

- Construção do Parque de estacionamento da Ameixoeira – aterro.
- Muro de suporte de terras na estrada da Tesoureira, EM 530-1, em Bucelas – aterro e leito de pavimento.
- Ampliação do Parque de Estacionamento da OGMA e Campo Desportivo – aterro.
- EN 114-2, km 0+325, Ponte Sobre a Ribeira de Freiria. Substituição – camada de sub-base.
- Conceção e execução da via de cintura de Alenquer – camada de sub-base.
- Plataforma Logística da Azambuja – aterro e leito de pavimento.
- Castanheira do ribatejo (*obra Leroy Merlin*) – leito de pavimento.

ANEXO

Ensaio de controlo da produção em fábrica

Característica	Frequência
Granulometria	1 vez por semana
Constituintes	1 vez por mês
Forma	1 vez por mês
Qualidade dos finos	1 vez por semana
Resistência à fragmentação	2 vezes por ano
Resistência ao desgaste	2 vezes por ano
Massa volúmica	1 vez por mês
Absorção de água	1 vez por mês
Teor de sulfatos solúveis	1 vez por mês
Libertação de substâncias perigosas	2 vezes por ano

Nota: A frequência mínima de ensaio pode ser reduzida nas condições previstas no Anexo C da NP EN 130242: 2002+A1:2010, nomeadamente se os cuidados colocados na triagem dos resíduos o permitirem, devendo, no entanto, ser aumentada se a variação da composição dos agregados o justificar ou se os valores obtidos para as propriedades se encontrarem próximos dos limites fixados. Esta decisão compete ao Organismo Notificado envolvido na marcação CE do produto.

Descritores: Agregados para estradas / Agregados de detritos de obras / Reciclagem de materiais / Reciclagem de resíduos / Pavimento rodoviário /
/ Mistura betuminosa / Reutilização de materiais de construção / Documento de aplicação

Descriptors: Road aggregates / Aggregates of work debris / Materials recycling / Waste recycling / Road pavement / Asphalt mixture / Reuse of
construction materials / Application document

