



# Controlo da qualidade de agregados para marcação CE

Luis Barata

Mestrado em Geologia

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território  
2018

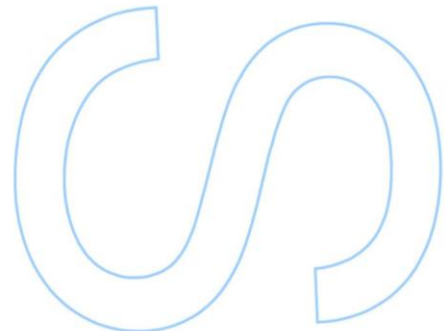
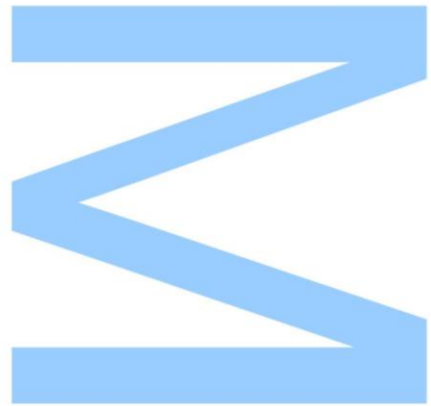
## Orientador

Helena Maria Sant'ovaia Mendes da Silva, Professor Associado com  
Agregação, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

## Coorientadores

Joana Paula Machado Ribeiro, Professor Auxiliar, Faculdade de  
Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Eng<sup>a</sup> Cristina Alves Ribeiro (Senqual, Sociedade de Engenharia e  
Qualidade, Lda)

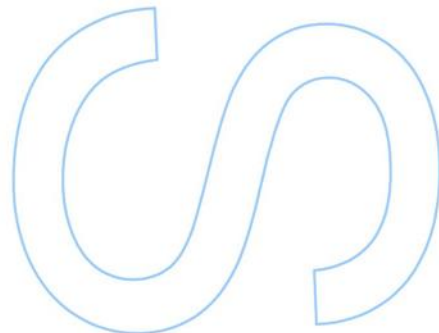
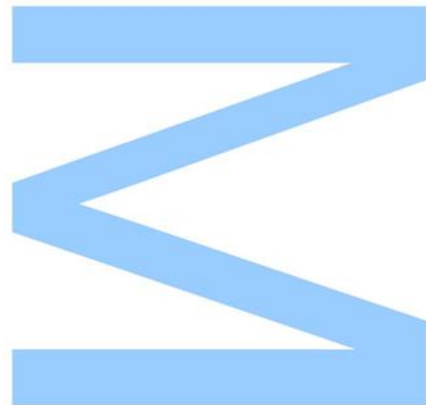




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



**“ O indivíduo é capaz de existir por entre situações nas quais ele não consegue perceber tudo o que se passa; todavia, continua a trabalhar na resolução, apesar da falta de homeostasia.”**

**(Morris Stein)**

## Agradecimentos

Está perto do fim mais uma etapa, o caminho para aqui chegar foi repleto de grandes momentos, alguns divertidos, outros mais sérios no entanto não seria possível sem a colaboração e ajuda de algumas pessoas que me acompanharam neste percurso.

À Senqual e ao engenheiro Alves Ribeiro, por me ter proporcionado a realização deste Estágio curricular de mestrado. À engenheira Cristina Alves Ribeiro, por toda a orientação e acompanhamento, bem como a grande disponibilidade demonstrada ao longo dos 6 meses e mesmo depois de finalizado o estágio ter-me proporcionado continuar a trabalhar na Senqual. A todos os operadores de laboratório da Senqual, em especial ao Pedro Alves, pela paciência, acompanhamento e ensinamento de conhecimentos acerca dos ensaios laboratoriais.

Queria também agradecer de um modo muito especial à professora Joana Ribeiro e professora Helena Sant'ovaia pelas suas orientações, disponibilidade, boa disposição, e acima de tudo pelo que me ensinaram e me deram a conhecer na Geologia, pela muita paciência e particularmente pela enorme ajuda neste projeto. A elas o meu muito **obrigado!**

Deixo um agradecimento a todos os meus amigos, em especial aqueles que mais me acompanharam ao longo de todo o meu percurso académico, Nuno Coelho, Rúben Gomes, João Ferreira, Gonçalo Abreu, Eduardo Gomes Leticia Cunha, Margarida Salgado, Vanessa Pires, Rute Pedro, Pedro Rodrigues, Pedro Lages, Pedro Vieira, Vítor Tavares, Sara Barbosa, Joana Micas, Lucca Pabst, Hugo Martins, Pedro Homem, Marta Soares pela lealdade, amizade, ajuda e partilha ao longo desta vivência.

Agradeço também a uma pessoa muito especial, Catarina Cruz pela ajuda, paciência e sobretudo pela força e carinho nos momentos mais difíceis.

Por último, agradeço ao meu irmão por tudo o que vivo e partilho com ele, ao meu pai e à minha mãe porque sem eles não chegava onde cheguei, devo-lhes tudo o que sou, um **enorme obrigado.**

Enfim, agradeço a todos os que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste projeto.

**O meu enorme OBRIGADO a todos!**

## Resumo

O presente relatório tem como principal objetivo descrever o trabalho desenvolvido ao longo do mestrado em Geologia curricular no laboratório central pertencente à Senqual, empresa que efetua serviços de consultoria e controlo de qualidade na área da construção civil.

No decorrer do estágio, o aluno colaborou na realização de vários ensaios em laboratório. Esses ensaios foram efetuados em agregados graníticos, provenientes de uma pedreira localizada em Viana do Castelo na qual a Senqual faz o controlo de qualidade do material produzido.

Desde a aprovação da Diretiva dos produtos de construção, grande parte dos materiais de construção passaram a estar sujeitos a um conjunto de especificações técnicas, demonstradas através da marcação CE. A marcação CE é o indicador chave para a conformidade de um produto sob a legislação da UE, e é a partir daqui que, se os produtos obtiverem a fixação desta marca, se encontram conformes a normalização europeia e prontos a serem comercializados no mercado europeu.

Neste contexto, pretende-se com este trabalho apresentar a aplicação da metodologia utilizada na marcação CE de agregados graníticos, provenientes de uma pedreira em Viana do Castelo. Para o efeito, são analisadas as condicionantes impostas pela marcação CE para os agregados com a norma harmonizada. Para isso foram realizados diversos ensaios cujos resultados e significado são discutidos tendo em vista a sua utilização final. Estes ensaios realizados permitiram verificar a conformidade dos agregados produzidos na pedreira para obter a marcação CE do produto. Considerando os resultados obtidos, conclui-se que os agregados em estudo estavam todos conforme as normas europeias e prontos para ir para o mercado europeu.

Palavras-chave: Marcação CE, agregados graníticos, normalização, ensaios laboratoriais.

## Abstract

The main goal of this report is to describe the work developed during the curricular internship at the central laboratory belonging to Senqual, a company that provides consulting and quality control services in the civil construction area.

During the internship, the student collaborated in several laboratory tests. These tests were performed in aggregates, these being from a quarry located in Viana do Castelo where Senqual did the material's quality control.

Since the adoption of the Directive on construction products, a large part of the building materials have been subject to a set of technical specifications, which can be demonstrated by CE marking. The CE marking is the key indicator for the conformity of a product under EU law, and it is from here that if the product obtains the fixation of this mark it is in conformity with European standardization and ready to go to the European market.

In this context, we intend to present the application of the methodology used in the CE marking of four aggregates, both granites, from a quarry in Viana do Castelo. For this purpose, the constraints imposed by the CE marking for the aggregates with the harmonized standard are analysed. For that, several tests were carried out whose results and meaning are discussed in view of their end use. These tests led to the end result of the objective under study, which was the conformity of the aggregates to obtain the CE marking of the product. Considering the obtained results, it was concluded that the aggregates under study were all in accordance with European standards and ready to go to the European market.

Keywords: CE Marking, granitic aggregates, standardization, laboratory tests.

# Índice

Agradecimentos.....	4
Resumo.....	5
Abstract .....	6
Capítulo 1 - Introdução .....	11
1.1 - Objetivos do estágio.....	12
1.2 - Outros trabalhos desenvolvidos durante o estágio.....	12
Capítulo 2 - Marcação CE.....	12
2.1 - Introdução .....	13
2.2 Declaração CE de Conformidade.....	14
2.3 Condição harmonizada para a comercialização dos produtos de construção.....	14
2.4 - Enquadramento Legal da marcação CE.....	16
2.5 - Ensaio laboratoriais para controlo da qualidade de agregados.....	17
Capítulo 3 - Metodologia .....	19
3.1 - Introdução .....	19
3.2 - Análise granulométrica - (NP EN 933-1) .....	19
3.3 - Determinação da forma das partículas: Índice de achatamento – (NP EN 933-3).....	20
3.4 - Métodos para a determinação da resistência à fragmentação (Los Angeles) – (NP EN 1097-2) 23	
3.5 - Determinação da massa volúmica da absorção de água – (NP EN 1097-6) .....	24
3.7 - Determinação do equivalente de areia – (NP EN 933-8).....	26
3.8 - Análise dos finos - ensaio do azul de metileno (NP EN 933-9).....	28
Capítulo 4 - Materiais.....	30
4.1 - Introdução .....	30
4.2 - Amostragem.....	30
4.3 - Enquadramento Geográfico e Geológico.....	32
Capítulo 5 - Resultados .....	35
5.1 - Requisitos Geométricos .....	35

5.1.1 - Análise Granulométrica .....	35
5.1.2 - Finos: Teor e Qualidade.....	38
5.1.3 - Índice de forma e de achatamento.....	41
5.2 - Requisitos Físicos .....	43
5.2.1 - Massa volúmica e Absorção de água .....	43
5.2.2 - Resistência à fragmentação.....	44
5.2.3 - Resistência ao desgaste por atrito .....	46
5.3 - Requisitos Químicos .....	47
5.3.1 - Cloretos .....	47
5.3.2 - Enxofre Total .....	48
5.3.3 - Teor de húmus .....	49
5.4 - Declaração de Desempenho.....	50
Capítulo 6 - Considerações Finais.....	52
Referências Bibliográficas .....	55
Anexo 1 - Exemplo dos boletins de ensaio .....	59



## Índice de Figuras

Figura 1 – “Marcação CE” vs “China Export”.....	13
Figura 2 – Exemplo de peneiros de barra .....	21
Figura 3 – Como efetuar a leitura dos resultados, medir h1 e h2 .....	28
Figura 4 – Material usado no ensaio. ....	29
Figura 5 – Brita 12/20. ....	31
Figura 6 – Brita 8/16. ....	31
Figura 7 – Areia grossa 2/6 .....	31
Figura 8 – Meia areia 0/4 .....	31
Figura 9 – Extrato da carta topográfica 40 de Viana do Castelo, na escala original 1:25000 com a localização da pedreira (Serviço Cartográfico do Exército) .....	32
Figura 10 – Extrato da carta geológica de Viana do Castelo 5-A, na escala original 1:50000 (Cândido de Medeiros e Teixeira, 1970) .....	33
Figura 11 – Curva declarada meia areia 0/4 .....	36
Figura 12 – Curva declarada areia grossa 2/6 .....	37
Figura 13 – Curva declarada brita 8/16 .....	38

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Massa dos provetes de ensaio para agregados .....	20
Tabela 2 – Fração granulométrica e respetiva largura dos peneiros de barras .....	21
Tabela 3 – Massa dos provetes para ensaio .....	22
Tabela 4 – Carga abrasiva .....	23
Tabela 5 – Massa mínima dos provetes .....	24
Tabela 6 – Requisitos gerais para a granulometria .....	35
Tabela 7 – Percentagem cumulativas de alguns ensaios realizados da meia areia 0/4 .....	36
Tabela 8 – Percentagem cumulativas de alguns ensaios realizados da areia grossa 2/6 .....	37
Tabela 9 – Percentagem cumulativas de alguns ensaios realizados da brita 8/16 .....	37
Tabela 10 - Percentagem cumulativas de alguns ensaios realizados da brita 12/20 .....	38
Tabela 11 – Categorias para os valores máximos do teor de finos .....	39
Tabela 12 – Teor e qualidade de finos do agregado meia areia 0/4 .....	39
Tabela 13 – Teor e qualidade de finos do agregado areia grossa 2/6 .....	40
Tabela 14 – Teor e qualidade de finos do agregado brita 8/16 .....	40
Tabela 15 – Teor e qualidade de finos do agregado brita 12/20 .....	40
Tabela 16 – Categorias para os valores máximos do Índice de achatamento .....	41
Tabela 17 – Categorias para os valores máximos do Índice de forma .....	41

Tabela 18 – Resultados obtidos para o índice de achatamento para a brita 8/16 .....	42
Tabela 19 – Resultados obtidos para o índice de forma para a brita 8/16 .....	42
Tabela 20 – Resultados obtidos para índice de achatamento para a brita 12/20 .....	42
Tabela 21 – Resultados obtidos para o índice de forma para a brita 12/20 .....	42
Tabela 22 – Categorias para os valores máximos da absorção de água .....	43
Tabela 23 – Resultados obtidos para massa volúmica e absorção de água para o agregado meia areia 0/4 .....	43
Tabela 24 - Resultados obtidos para massa volúmica e absorção de água para o agregado areia grossa 2/6 .....	44
Tabela 25 - Resultados obtidos para massa volúmica e absorção de água para o agregado brita 8/16 .....	44
Tabela 26 - Resultados obtidos para massa volúmica e absorção de água para agregado brita 12/20 .....	44
Tabela 27 – Categorias para os valores máximos do coeficiente Los Angeles .....	45
Tabela 28 – Resultados obtidos para fragmentação do agregado .....	45
Tabela 29 – Resultados obtidos para fragmentação do agregado .....	45
Tabela 30 – Categorias para os valores máximos da resistência ao desgaste por atrito .....	46
Tabela 31 – Resultados obtidos na resistência ao desgaste por atrito .....	46
Tabela 32 – Resultados obtidos na resistência ao desgaste por atrito .....	47
Tabela 33 – Resultados obtidos para teor de cloretos para a meia areia 0/4 .....	47
Tabela 34 – Resultados obtidos para teor de cloretos para a areia grossa 2/6 .....	47
Tabela 35 – Resultados obtidos para teor de cloretos para a brita 8/16 .....	48
Tabela 36 – Resultados obtidos para teor de cloretos para a brita 12/20 .....	48
Tabela 37 – Categorias para os valores máximos do teor de enxofre total .....	48
Tabela 38 – Resultados obtidos para teor de enxofre para a meia areia 0/4 .....	49
Tabela 39 – Resultados obtidos para teor de enxofre para a areia grossa 2/6 .....	49
Tabela 40 – Resultados obtidos para teor de enxofre para a brita 8/16 .....	49
Tabela 41 – Resultados obtidos para teor de enxofre para a brita 12/20 .....	49
Tabela 42 – Resultados obtidos para teor em húmus para a meia areia 0/4 .....	49
Tabela 43 – Resultados obtidos para teor em húmus para a areia grossa 2/6 .....	49
Tabela 44 – Resultados obtidos para teor em húmus para a brita 8/16 .....	50
Tabela 45 – Resultados obtidos para teor em húmus para a brita 12/20 .....	50
Tabela 46 – Exemplo de declaração de desempenho .....	51

## Capítulo 1 - Introdução

O presente relatório insere-se no âmbito de um estágio curricular, do Curso de Mestrado em Geologia, ao longo do qual se pretende fazer a descrição do trabalho desenvolvido durante o estágio, que decorreu na empresa Senqual.

Para realização do estágio foi proposto o tema “Controlo da qualidade de agregados para marcação CE”. Este estágio teve a duração de 6 meses, nos quais foram realizados uma série de ensaios laboratoriais em materiais geológicos com o objetivo final de verificar se os produtos em estudo estavam em conformidade com a normalização europeia. O estágio foi desenvolvido na empresa Senqual, através de protocolo estabelecido com a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, com início em 18 de Setembro de 2017 e final em 18 de Março de 2018.

A empresa Senqual está implementada no mercado há mais de 20 anos e encontra-se atualmente em fase de internacionalização, procurando estar presente em novos mercados, o que tem propiciado o desenvolvimento e crescimento das diversas áreas da empresa. A empresa presta serviços de consultoria e controlo de qualidade no âmbito da indústria da construção civil e obras públicas. Os principais serviços que a empresa presta são:

- Controlo da qualidade global em obras públicas e de construção civil;
- Controlo de terraplanagens e pavimentos: ensaios de caracterização de solos, tout-venants, agregados e misturas betuminosas;
- Controlo de betões: caracterização dos componentes, estudo de composições, controlo de produção e ensaios de identidade;
- Peritagem e pareceres técnico-económicos: fundações, estruturas, patologias dos materiais e das construções;
- Apoio técnico e logístico a empresas de fiscalização e donos de obra: controlo de produtos e serviços;
- Formação técnica nas áreas de intervenção;
- Auditorias internas e consultoria no âmbito da marcação CE de agregados e da certificação da produção de betões.

## 1.1 - Objetivos do estágio

O objetivo principal deste estágio foi o controlo da qualidade de agregados para marcação CE através da realização de vários ensaios laboratoriais, de acordo com a legislação em vigor.

Durante o estágio foi acompanhada a realização de ensaios em 4 tipos de agregados graníticos produzidos numa pedra: duas britas (8/16 mm; 12/20 mm) e duas areias (0/4 mm; 2/6 mm). Os ensaios laboratoriais realizados visam o controlo da qualidade dos agregados de modo a verificar a conformidade para obtenção da marcação CE do produto. Os ensaios são os seguintes:

- Análise granulométrica;
- Determinação da forma das partículas: índice de achatamento;
- Determinação da resistência à fragmentação (Los Angeles);
- Determinação da massa volúmica e absorção de água;
- Determinação do equivalente de areia;
- Análise dos finos - ensaio de azul de metileno.

## 1.2 - Outros trabalhos desenvolvidos durante o estágio

Durante o estágio foi ainda possível colaborar em outras atividades da empresa, tais como na realização de ensaios em materiais de betão, argamassas e caldas de injeção de cimento e adições, em misturas betuminosas, pedras naturais e solos. Algumas tarefas realizadas incluíram ensaios laboratoriais tais como:

- Ensaio de resistência à penetração de água
- Ensaio para determinação do módulo de elasticidade
- Ensaios de absorção de água por capilaridade
- Ensaio Marshall
- Ensaio para determinação do teor em betume
- Ensaio de resistência à compressão uniaxial
- Ensaio de compactação
- Ensaio CBR
- Ensaio para determinação do teor em água

Estas atividades não estão detalhadamente descritas neste relatório, no entanto a sua execução permitiu a aquisição de um vasto conjunto de conhecimentos e competências.

## Capítulo 2 – Marcação CE

### 2.1 - Introdução

A marcação CE é uma marcação imprescindível para certos produtos comercializados no Espaço Económico Europeu (EEE) desde 1985 e pode também ser encontrada em produtos fora do EEE devido à exportação de produtos fabricados no EEE ou em países que têm como mercado o EEE. Estes fatores fazem com que a marcação CE seja reconhecida em todo o mundo.

A marcação CE é composta pelo logotipo CE e, por vezes, pelos quatro dígitos que identificam o número do organismo notificado envolvido no processo de avaliação.

A marcação CE é um símbolo de comercialização livre no EEE (mercado interno) que, com a declaração do fabricante, dá a presunção de que o produto cumpre os requisitos das Diretivas Europeias aplicáveis.

Para não haver dúvida da autenticidade dos produtos é necessário a verificação da Declaração de Conformidade para a Marcação CE (de acordo com ISO/EN 17050-1, 2010 e ISO/EN 17050-2, 2010).

Vários produtos ostentam um símbolo "CE", que deve ser cuidadosamente analisado pois algumas empresas exportadoras da China adotam um símbolo "China Export" (Fig.1) que é semelhante ao símbolo próprio da União Europeia, e que leva ao engano em certos produtos.



Figura 1 – “Marcação CE” vs “China Export”.

Fonte: <https://www.contasconnosco.pt/artigo/marcacao-ce-conformidade-europeia-ou-china-export>

## 2.2 - Declaração CE de Conformidade

A obrigação de elaborar uma declaração “CE” de conformidade, quando o produto é colocado no mercado, depende do processo de produção. A declaração de conformidade deve certificar que o produto cumpre os requisitos necessários das diretivas aplicáveis, e que satisfaz os requisitos essenciais das mesmas (Comissão Europeia, 2000).

A diretiva dos produtos de construção não define qualquer prazo para a conservação da declaração CE de conformidade, mas regra geral deve ser conservada pelo menos durante dez anos, sendo essa responsabilidade do fabricante (Comissão Europeia, 2000).

Segundo a diretiva dos produtos de construção a declaração CE de conformidade incluirá:

- O nome e endereço do fabricante, ou do seu mandatário estabelecido na Comunidade;
- A descrição do produto (tipo, identificação, utilização, etc.);
- As disposições com as quais o produto está conforme;
- As condições específicas para a utilização do produto;
- O número da declaração;
- O nome e endereço dos organismos aprovados, se for caso disso;
- O nome e cargo da pessoa autorizada a assinar a declaração em nome do fabricante, ou em nome do seu mandatário.

As declarações devem ser elaboradas na (s) língua (s) oficial (ais) do Estado-membro em que o produto irá ser utilizado.

## 2.3 - Condição harmonizada para a comercialização dos produtos de construção

A Diretiva 89/106/CEE do Conselho, de 21 de Dezembro de 1988, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-Membros foi alterada pela Diretiva 93/68/CEE do Conselho, de 22 de Julho

de 1993, com o objetivo de assegurar a livre circulação da generalidade dos materiais de construção na União Europeia.

Esta diretiva aplica-se aos materiais para a construção, definidos como produtos destinados a serem incorporados de forma permanente em obras de construção civil, sendo que não podem ser colocados no mercado se não estiverem em condições para a utilização prevista. A este respeito, devem permitir a construção de obras que satisfaçam os requisitos essenciais de segurança. Os requisitos essenciais são definidos por documentos interpretativos elaborados por comités técnicos e, desenvolvidos por via de especificações técnicas, podendo estas consistir em normas europeias harmonizadas, adotadas pelos organismos europeus de normalização ou aprovações técnicas europeias que apreciam a aptidão de um produto à utilização prevista (Jornal Oficial da União Europeia, Regulamento (UE) N° 305/2011, 2011).

Somente podem beneficiar da marcação “CE” os materiais para construção que satisfaçam uma aprovação técnica europeia ou, na ausência desta, que satisfaçam as especificações técnicas nacionais nos termos das quais os requisitos essenciais são cumpridos, as obras em que são utilizados esses materiais satisfazem os requisitos essenciais.

Os produtos declarados conformes à diretiva mas que não respeitem os requisitos essenciais e que representem perigo para a segurança e a saúde podem ser temporariamente retirados do mercado pelos Estados-membros. Se a não-conformidade derivar das especificações técnicas só a Comissão, após consulta do Comité Permanente para a construção, decidirá se a especificação técnica europeia ou nacional deve ou não continuar a usufruir da conformidade.

Os fabricantes de produtos de construção deverão poder solicitar Avaliações Técnicas Europeias para os seus produtos com base nas diretrizes para a aprovação técnica europeia estabelecidas ao abrigo da Diretiva 89/106/CEE. A marcação CE deverá ser colocada em todos os produtos de construção para os quais o fabricante tenha feito uma declaração de desempenho. No caso de não ter sido feita qualquer declaração de desempenho, a marcação CE não deverá ser colocada. A marcação CE deverá ser a única marcação de conformidade do produto de construção com o desempenho declarado e com os requisitos aplicáveis por força da legislação de harmonização da União. Contudo, podem ser utilizadas outras marcações, mas que contribuam para melhorar a proteção dos utilizadores de produtos de construção e que não estejam abrangidas pela legislação de harmonização da União em vigor (Mendes, 2012).

A Diretiva dos Produtos de Construção estabelece os métodos de ensaio, os métodos de declaração do valor da performance do produto e os métodos de avaliação de conformidade. A escolha dos valores requeridos para o uso pretendido é da responsabilidade de cada Estado-Membro.

## 2.4 - Enquadramento Legal da marcação CE

A marcação CE nos produtos de construção, destinados a serem incorporados de modo permanente numa obra de construção, é abrangida pela diretiva nº 89/106/CE, de 21 de Dezembro, designada por diretiva dos Produtos da Construção, que foi introduzida pelo Decreto-Lei n.º 113/93, de 10 de Abril, o qual foi agora alterado pelo Decreto-Lei n.º 130/2013 de 10 de setembro. (Diário da República, 1.ª série - N.º 174 - 10 de setembro de 2013)

Este Decreto-Lei define, nomeadamente, a forma de representação no Comité Permanente da Construção, os mecanismos de avaliação dos organismos de avaliação técnica e dos organismos notificados e a entidade competente para a sua designação e notificação (Diário da República, 1.ª série - N.º 174 - 10 de setembro de 2013)

Nesta legislação ficou claro que compete ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), no quadro das suas competências, cooperar com a Direção Geral das Atividades Económicas (DGAE) na execução das atribuições nomeadamente no que se refere às informações relativas ao cumprimento dos requisitos básicos das obras aplicáveis à utilização prevista dos produtos de construção. (Diário da República, 1.ª série - N.º 174 - 10 de setembro de 2013)

Ao Instituto Português da Qualidade (IPQ) compete, no que respeita aos organismos de avaliação técnica (OAT), (i) garantir a ligação com a Comissão Europeia e com os outros Estados-Membros no que respeita aos OAT, designadamente, comunicar à Comissão Europeia e aos outros Estados-Membros a denominação e o endereço dos OAT designados, bem como a gama de produtos a que se refere a designação e informar a Comissão Europeia sobre os procedimentos nacionais adotados para designação e controlo dos OAT; (ii) publicitar as referências dos Documentos de Avaliação Europeus publicadas no Jornal Oficial da União Europeia; (iii) verificar a efetiva contribuição dos OAT para a organização e por fim informar a Comissão e os restantes Estados – Membros sempre que um OAT deixe de cumprir os requisitos que suportaram a sua designação.



Compete ainda ao IPQ comunicar à Comissão Europeia e aos restantes Estados-Membros os organismos autorizados a exercer as funções de avaliação e verificação da regularidade do desempenho, informando a Comissão de qualquer alteração nos domínios de notificação para que se encontram autorizados e verificar a participação nacional nos trabalhos do grupo de organismos notificados, criados ao abrigo do artigo 55.º do Regulamento, no âmbito da sua função de controlo das atividades destes organismos.

As infrações às regras da marcação CE nos produtos de construção são sempre designadas com uma gravidade de contraordenação elevada, e pode a autoridade, simultaneamente com a coima, determinar a aplicação das sanções acessórias previstas no regime geral do ilícito de mera ordenação social, constante do Decreto-Lei n.º 433/82, de 27 de outubro, alterado pelos Decretos - Leis nos 356/89, de 17 de outubro, 244/95, de 14 de setembro, e 323/2001 de 17 de dezembro, e pela Lei n.º 109/2001, de 24 de dezembro. Contudo, se não tiver prejuízo das competências da Autoridade Tributária e Aduaneira, compete à ASAE a instrução dos processos de contraordenação, bem como a aplicação das coimas e das sanções acessórias previstas no presente decreto-lei.

## 2.5 - Ensaios laboratoriais para controlo da qualidade de agregados

No contexto do presente relatório, o objetivo principal do estágio foi o acompanhamento e execução dos ensaios laboratoriais. Para o controlo da qualidade dos agregados é necessário avaliar as propriedades da rocha (matéria-prima) e as propriedades do agregado e correspondentes requisitos:

- Geométricos
- Físicos e mecânicos
- Térmicos e meteorização
- Químicos

As características da rocha dependem de dois elementos fundamentais:

- Dos minerais que as compõem, pelo que se deve conhecer: a sua natureza, as suas proporções relativas, as suas dimensões, o seu arranjo, o seu estado de alteração.
- As descontinuidades, pelo que se deve conhecer qual o seu tipo, poro ou fissura, e a sua importância relativa, porosidade ou grau de fissuração.

A elaboração e adoção de norma harmonizada baseia-se nas Orientações Gerais para a cooperação entre os organismos europeus de normalização e a Comissão, assinadas em 13 de Novembro de 1984.

Todos os ensaios aqui referidos foram realizados durante o estágio e por isso vão ser descritos mais detalhadamente. O facto de os produtos obedecerem a normas de qualidade e de segurança contribui para reforçar a confiança dos consumidores. Por exemplo, ferramentas e equipamentos concebidos e ensaiados de acordo com as normas garantem uma melhor proteção para os profissionais. As normas contribuem para melhorar o acesso aos mercados, tornando os produtos e serviços compatíveis e comparáveis.

Na sequência da elaboração da norma harmonizada foram preparadas diversas normas de ensaio para a determinação das propriedades gerais, geométricas, mecânicas, físicas, térmicas, de meteorização e químicas dos agregados:

- Análise granulométrica (NP EN 933-1)
- Análise granulométrica de agregados grossos ( $D > 40$  mm) (NP EN 933-1)
- Análise granulométrica por peneiração húmida com percentagem de finos (NP EN 933-1)
- Determinação da forma das partículas: Índice de achatamento (NP EN 933-3)
- Determinação do equivalente de areia (NP EN 933-8)
- Análise dos finos - ensaio de azul de metileno (NP EN 933-9)
- Determinação da massa volúmica da absorção de água (NP EN 1097-6)
- Métodos para a determinação da resistência à fragmentação (Los Angeles) (NP EN 1097-2)

## Capítulo 3 - Metodologia

### 3.1 - Introdução

De modo a alcançar os resultados para verificação da conformidade e obtenção da declaração de conformidade, foi necessário o uso de normas específicas, tendo sido usada a norma “Agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária” (NP EN 13242, 2002+A1 2010). Havendo outras normas que se utilizam tais como: “Agregados para argamassas” (NP EN 13139, 2005); “Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação” (NP EN 13043, 2004); “Agregados para betão” (NP EN 12620, 2002+A1 2010). Estas normas são baseadas na especificação das propriedades dos agregados e dos fíleres obtidos a partir do processamento de materiais naturais, artificiais, ou reciclados e das misturas destes agregados. Esta última norma só não se aplica aos fíleres usados como constituintes do cimentos ou para outro fim que não seja o de fíleres inertes para betões.

### 3.2 - Análise granulométrica - (NP EN 933-1)

Baseia-se principalmente na peneiração, por meio de um conjunto de peneiros, de um material em diversas classes granulométricas de granulometria decrescente. O método adotado é a peneiração, com lavagem seguida de peneiração a seco.

Na preparação do provete existem vários métodos para redução do tamanho de uma amostra:

- Redutor de amostras rotativo
- Divisor, esquartelador ou crivo (riffle-box)
- Método de esquartelamento (inquartação)
- Método fracionamento com pá

Existe uma massa de provete mínima consoante a dimensão máxima do agregado, como vai ser apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Massa dos provetes de ensaio para agregados.

Dimensão máxima dos agregados (mm)	Massa mínima dos provetes (kg)
63	40.0
32	10.0
16	2.6
8	0.6
≤4	0.2

O procedimento consiste primeiramente em lavar o material, seguindo-se de uma secagem a  $110 \pm 5$  °C, e por fim realiza-se a peneiração tomando sempre nota do peso retido em cada peneiro.

### 3.3 - Determinação da forma das partículas: Índice de achatamento – (NP EN 933-3)

O ensaio consiste em duas operações de peneiração nas quais a amostra é separada em várias frações granulométricas. São utilizados peneiros de barras com ranhuras paralelas de largura  $D_i / 2$ , cujo exemplo está representado na figura 2.

O índice de achatamento corresponde à massa total das partículas que passam nos peneiros de barras, expressa em percentagem da massa total seca de partículas ensaiadas.

Para a realização deste ensaio é necessário para cada fração granulométrica, uma largura específica do peneiro de barras, tal como está evidenciada na tabela 2.

Tabela 2 – Fração granulométrica e respetiva largura dos peneiros de barras.

Fração granulométrica (mm)	Largura de ranhura do peneiro de barras (mm)
63/80	63/80
50/63	50/63
40/50	40/50
31.5/40	31.5/40
25/31.5	25/31.5
20/25	20/25
16/20	16/20
12.5/16	12.5/16
10/12.5	10/12.5
8/10	8/10
6.3/8	6.3/8
5/6.3	5/6.3
4/5	4/5



Figura 2 - Exemplo de peneiros de barras.

Fonte: <http://www.perta.pt/produtos/peneiros-de-barras-para-o-indice-de-achatamento/>

Para cada dimensão máxima dos agregados é preciso uma massa mínima de provete tal como acontece na análise granulométrica apresentada na tabela 3.

Tabela 3 – Massa dos provetes para ensaio.

Dimensão máxima dos agregados (mm)	Massa mínima dos provetes (kg)
63	40.0
32	10.0
16	2.6
8	0.6
≤4	0.2

Procedimento deste ensaio:

1. Fazer a peneiração dos provetes
2. Pesar e rejeitar as partículas > 80 mm e < 4 mm
3. Pesar e reter separadamente todas as partículas de cada fração granulométrica entre 4 mm e 80 mm
4. Pesar o material de cada fração granulométrica que passa pelo peneiro de barras correspondente
5. Calcular o índice de achatamento (FI) a partir desta fórmula:

$$FI = \frac{M2}{M1} \times 100$$

M1: Soma das massas, g, das partículas de cada uma das frações granulométricas

M2: Soma das massas, g, das partículas de cada uma das frações granulométricas que passe no peneiro de barras com ranhura de largura  $D_i/2$ .

6. Calcular o índice de achatamento de cada fração granulométrica (FI):

$$FI = \frac{m_i}{R_i} \times 100$$

$m_i$ : Soma das massas, g, das partículas de cada uma das frações granulométricas que passa no peneiro de barras com ranhura de largura  $D_i/2$

$R_i$ : Massa, g, de cada fração granulométrica  $d_i/D_i$

7. Por último fazer um cálculo de verificação:

$$100 \times \frac{M0 - (\sum R_i + \Sigma(\text{massas rejeitadas}))}{M0} \leq 1\%$$

Caso se verifique um resultado superior a 1%, é necessário repetir o ensaio.

### 3.4 - Métodos para a determinação da resistência à fragmentação (Los Angeles) - (NP EN 1097-2)

A determinação da resistência à fragmentação de um agregado grosseiro pode ser realizada por dois ensaios:

- Ensaio de Los Angeles
- Ensaio de fragmentação por impacto

O ensaio de Los Angeles permite avaliar a resistência do agregado à abrasão e choque, e ainda de forma indireta a resistência mecânica.

O princípio básico deste ensaio é fazer rodar a amostra com um certo número de esferas de aço como se apresenta na tabela 4, sendo também necessário avaliar no final a quantidade de material retido no peneiro de malha 1,6 mm de abertura.

Tabela 4 – Carga abrasiva nos ensaios de Los Angeles.

Número de esferas	Massa da carga (Kg)
12	5000±25
11	4484±25
8	3330±20
6	2500±15
12	5000±25
12	5000±25
12	5000±25

A amostra deve ter no mínimo 15 kg da fração granulométrica de 10 mm a 14 mm (10/14). Após a massa necessária, é preciso lavar a amostra de cada fração (10 mm a 14 mm) separadamente e pôr a secar a  $110 \pm 5$  °C.

Misturam-se as duas frações para obter uma amostra laboratorial modificada de 10 a 14 mm com:

- 60 a 70% passados em #12,5
- 30 a 40% passados em #11,2

Por fim é preciso reduzir a amostra laboratorial para  $(5000 \pm 5)$  Kg.

O procedimento deste ensaio consiste em verificar principalmente a limpeza do tambor, colocar as esferas e o provete no tambor que dará 500 voltas de 31 a 33 rpm, depois esvazia-se o conteúdo do tambor, preferencialmente sem perdas, e retirar as esferas, lavar e peneirar.

No final do ensaio faz-se um cálculo que nos indica o coeficiente de Los Angeles a partir desta fórmula:

$$LA = \frac{5000-m}{50}$$


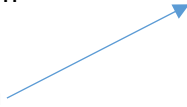
m= massa retida no peneiro de 1,6 mm, expressa em grama

Este resultado indica-nos a proporção de finos (< 1,6 mm) produzidos por fragmentação.

### 3.5 - Determinação da massa volúmica da absorção de água (NP - N 1097-6)

A massa volúmica das partículas é calculada a partir da razão entre a massa e o volume. A massa é determinada através da pesagem do provete com as partículas saturadas com a superfície seca e a partir de outra pesagem do mesmo provete após secagem em estufa. O volume é determinado a partir da massa da água deslocada, quer pela redução da massa no método do cesto de rede metálica, quer por pesagens no método do picnómetro.

É necessário separar a amostra em frações de:

- 0,063 mm a 4 mm  Método do picnómetro
- 4 mm a 31,5 mm 

Primeiramente é preciso lavar o provete sobre o peneiro de 31,5 mm e sobre o peneiro de 4 mm. Rejeita-se qualquer partícula retida no peneiro 31,5 mm. Para outras dimensões de agregados a massa mínima do provete pode ser determinada por interpolação, como é evidenciado na tabela 6 que mostra valores para um máximo de 31,5 mm e um mínimo de 8 mm.

Tabela 5 - Massa mínima dos provetes.

Dimensão máxima dos agregados (mm)	Massa mínima dos provetes (Kg)
31,5	5,0
16	2,0
8	1,0



Para concluir este ensaio é preciso imergir o provete preparado no picnómetro com água a  $22 \pm 3$  °C, agitando-o numa posição inclinada. Coloca-se o picnómetro em banho-maria a  $22 \pm 3$ °C durante 24h30m, depois agita-se o picnómetro para retirar o ar.

É necessário transbordar o picnómetro por adição de água e colocar a tampa sem deixar ar, secando o picnómetro por fora.

Por fim é preciso realizar cálculos que nos indicam a massa volúmica do material impermeável das partículas:

$$\rho a = \frac{M_4}{\frac{M_4 - (M_2 - M_3)}{\rho_w}}$$

M<sub>4</sub>: Massa no ar do provete seco em estufa

M<sub>2</sub>: Massa aparente do cesto contendo o provete de agregado saturado, imersos em água.

M<sub>3</sub>: Massa aparente do cesto vazio imerso em água

P<sub>w</sub>: Massa volúmica da água á temperatura de acordo com a norma.

Para calcular a massa volúmica das partículas secas em estufa é preciso aplicar esta fórmula:

$$\rho r d = \frac{M_4}{\frac{M_1 - (M_2 - M_3)}{\rho_w}}$$

M<sub>4</sub>: Massa no ar do provete seco em estufa

M<sub>1</sub>: Massa do agregado com superfície seca ao ar

M<sub>2</sub>: Massa aparente do cesto contendo o provete de agregado saturado, imersos em água.

M<sub>3</sub>: Massa aparente do cesto vazio imerso em água

P<sub>w</sub>: Massa volúmica da água á temperatura de acordo com a norma.

Para sabermos a massa volúmica das partículas saturadas com superfície seca:

$$\rho s s d = \frac{M_1}{\frac{M_1 - (M_2 - M_3)}{\rho_w}}$$

M<sub>1</sub>: Massa do agregado com superfície seca ao ar

M<sub>2</sub>: Massa aparente do cesto contendo o provete de agregado saturado, imersos em água.

M<sub>3</sub>: Massa aparente do cesto vazio imerso em água

P<sub>w</sub>: Massa volúmica da água á temperatura de acordo com a norma.

Para realizar o cálculo de absorção de água em percentagem da massa seca (após a imersão durante 24h):

$$WA24 = \frac{100x(M_2 - M_3)}{M_4}$$

M<sub>4</sub>: Massa no ar do provete seco em estufa

M<sub>1</sub>: Massa do agregado com superfície seca ao ar

Para verificação dos cálculos:

$$\rho_{ssd} = 1 + \rho_{rd} - \frac{\rho_{rd}}{\rho_a}$$

$\rho_{rd}$ : massa volúmica das partículas seca

$\rho_a$ : massa volúmica do material impermeável das partículas

Estes resultados mostram a massa volúmica e absorção das partículas dos agregados correntes e dos agregados leves, ou seja, a quantidade de água que estas são capazes de absorver.

### 3.7 - Determinação do equivalente de areia - (NP EN 933-8)

A amostra para realizar o ensaio deve ser reduzida de acordo com a EN 932-2, de modo a obter duas subamostras. A primeira é usada para determinar o teor de água e o teor de finos da amostra laboratorial e para preparar um agregado fino corretor. A segunda subamostra é usada para determinar o valor do equivalente de areia.

A amostra é obtida com a fração 0/2 mm

A primeira subamostra deve ser reduzida para obter dois provetes, é necessário secar em estufa o primeiro provete de ensaio a (100 ± 5 °C), de modo a determinar e registar o teor de água em %.

Entretanto, pesar e registar a massa do segundo provete de ensaio, seguindo-se a sua lavagem no peneiro 0,063 mm. Seguidamente secar as partículas retidas nesse mesmo peneiro, pesar e registar.

Por fim determinar o teor de finos  $f$  de acordo com a seguinte equação:

$$f = 100 - \frac{M2(100 + w)}{M1} (\%)$$

Se o teor de finos da fração 0/2 mm for superior a 10%, então as partículas lavadas e retidas vão ser usadas como agregado fino corretor seco.

Para obter a segunda subamostra também é necessário reduzi-la de modo a obter dois provetes elementares.

O ensaio deve ser realizado em dois provetes elementares a uma temperatura de  $23 \pm 3$  °C.

Em cada proveta cilíndrica graduada introduzir com o sifão a solução de lavagem até marca inferior da proveta. Com a ajuda de um funil, deitar um provete elementar em cada proveta mantendo-a em posição vertical. Usando a palma da mão, dar várias pancadas ligeiras na parte inferior da cada proveta de modo a soltar as bolhas de ar. Deixar repousar durante 10 min para humidificar os provetes elementares.

Agitar a proveta cilíndrica durante  $30 \pm 1$  min e, de seguida, colocar a proveta na mesa de trabalho em posição vertical.

Deixar que se verifique o repouso em cada proveta, sem perturbação nem qualquer vibração, durante  $20 \pm 0,25$  min. No fim deste tempo utilizar uma régua e medir a altura  $h_1$  do nível superior do floculado (Fig. 3) até a base da proveta.

Se a diferença entre os dois resultados for  $> 4$ , o procedimento deve ser repetido.

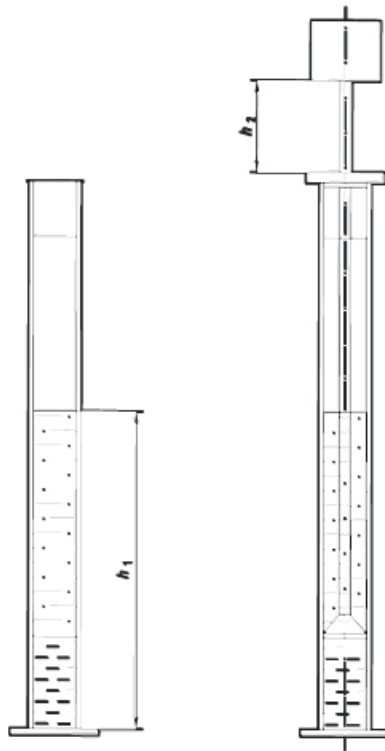


Figura 3 – Como efetuar a leitura dos resultados para a determinação do equivalente de areia, medir h1 e h2.

### 3.8 - Análise dos finos - ensaio de azul de metileno (NP EN 933-9)

Este método consiste na titulação de uma amostra mais água numa solução com azul de metileno em meio intensamente agitado e que após adição de uma certa quantidade de corante retira-se uma gota da solução (corante + água + amostra) que pinga sobre o papel de filtro.

Sendo que se a mancha formada pela difusão da gota no papel apresentar uma auréola clara ou esverdeada significa que há excesso de corante na solução, caso contrário, adiciona-se mais corante e repete-se o teste da mancha até atingir o ponto onde há excesso de corante, designado como ponto de viragem.

O principal objetivo deste ensaio é determinar o teor de agregado fino e a quantidade de azul de metileno.

Para se proceder a este ensaio adiciona-se ao provete uma amostra seca de agregado, passado num peneiro de 2 mm e pesa-se uma quantidade de aproximadamente 200 g. No entanto agita-se vigorosamente a solução de azul de metileno, adiciona-se o provete de ensaio no gobelé e liga-se o agitador para uma velocidade inicial de 600 rpm e posiciona-se o agitador de ventoinha 10 mm acima da base do gobelé. Precipita-se 5 ml de azul-de-metileno no gobelé, após os 5 min de agitação, reduzindo-se para 400 rpm a agitação, e passado 1 min efetua-se o primeiro

ensaio da mancha sobre o papel de filtro, por fim adiciona-se a solução de azul-de-metileno num intervalo de agitação de 1 em 1 min, até que se observe uma auréola, formada pela suspensão da água, agregado e azul-de-metileno. A figura 4 mostra os materiais que se utilizam para se realizar este ensaio.



Figura 4 – Material usado no ensaio: bureta, papel de filtro, vara de vidro, agitador de hélice, gobelé de vidro ou plástico.

Posto isto os resultados obtidos para o azul de metileno neste ensaio são calculados a partir da expressão:

$$Mb = \frac{V_1}{M_1}$$

$M_1$ : Massa do provete em gramas

$V_1$ : Volume total de solução

Com o resultado obtido a partir deste ensaio podemos identificar e classificar os solos de forma simples e com garantia no processo por não ser um ensaio com interpretação empírica.

Se a quantidade de finos do provete de ensaio for insuficiente para se formar a auréola deverá ser adicionada caulinite à solução. Neste caso será necessário realizar a determinação do valor de azul da caulinite para que seja descontado na expressão final.

## Capítulo 4 - Materiais

### 4.1 - Introdução

Com o objetivo de implementar a metodologia subjacente à marcação CE dos agregados, foram realizados diversos ensaios em quatro materiais diferentes: duas britas com dimensões entre 8/16mm e 12/20mm (Figs. 5 e 6) e duas areias com dimensões entre 0/4mm e 2/6mm (Figs. 7 e 8). Estes agregados são principalmente para uso em obras de engenharia civil ou construção de estradas.

As amostras nas quais se procedeu a realização dos diversos ensaios, foram cedidas por uma pedreira localizada na zona de Viana do Castelo.

A verificação de conformidade destas amostras foi realizada de acordo com a norma harmonizada (NP EN 13242, 2002+A1 2010).

No anexo 1 apresentam-se alguns exemplos de boletins de ensaio que se utilizaram na realização dos ensaios.

### 4.2 - Amostragem

Para a caracterização dos agregados é necessário verificar as propriedades geométricas, físicas e mecânicas, térmicas e de meteorização e químicas. Estas propriedades são caracterizadas de acordo com as respetivas normas de ensaio, sendo que a recolha das amostras foram feitas segundo a norma (NP EN 932-1, 2002).

Para a recolha das amostras é preciso ter algum cuidado para que tenham as condições necessárias para que a análise feita forneça resultados viáveis. Para tal é necessário o uso correto dos aparelhos utilizados na recolha das amostras. A quantidade de amostras que se recolhe é calculada tendo em conta o tamanho, número de ensaios, natureza e densidade do agregado.

Todos os ensaios realizados foram feitos a pedido da pedreira e conforme as frequências mínimas que determinam as normas. No entanto, alguns ensaios não foram realizados com o agregado original devido a ser da mesma origem e determinados ensaios não são aplicáveis em algumas amostras.



Figura 5 – Brita 12/20.



Figura 6 – Brita 8/16.



Figura 7 – Areia grossa 2/6.



Figura 8 – Meia Areia 0/4.

### 4.3 - Enquadramento Geográfico e Geológico

Com 24 km de orla costeira, o concelho de Viana do Castelo localiza-se no extremo Noroeste de Portugal Continental, As amostras estudadas são provenientes de uma pedreira localizada na freguesia de Chafé.

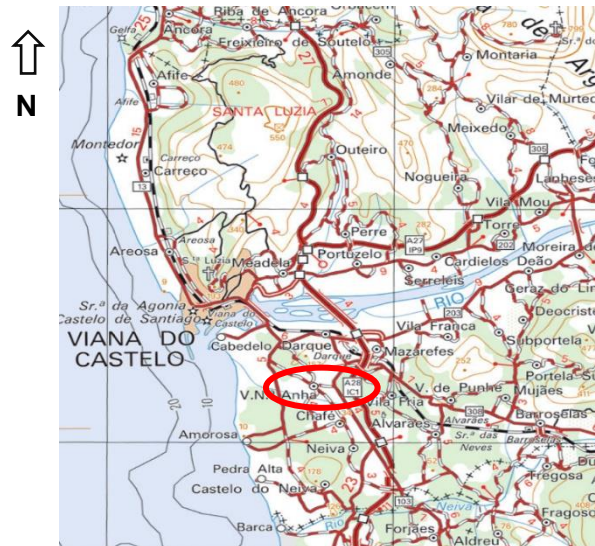


Figura 9 – Extrato da carta topográfica 40 de Viana do Castelo, na escala original 1:25000 com a localização da pedreira, (Serviços Cartográficos do Exército).

A zona assinalada na Carta Geológica (Fig. 10) é referente à localização da pedreira responsável pela produção das amostras estudadas, onde ocorre um granito alcalino de grão médio ou fino a médio (Teixeira et al., 1972).



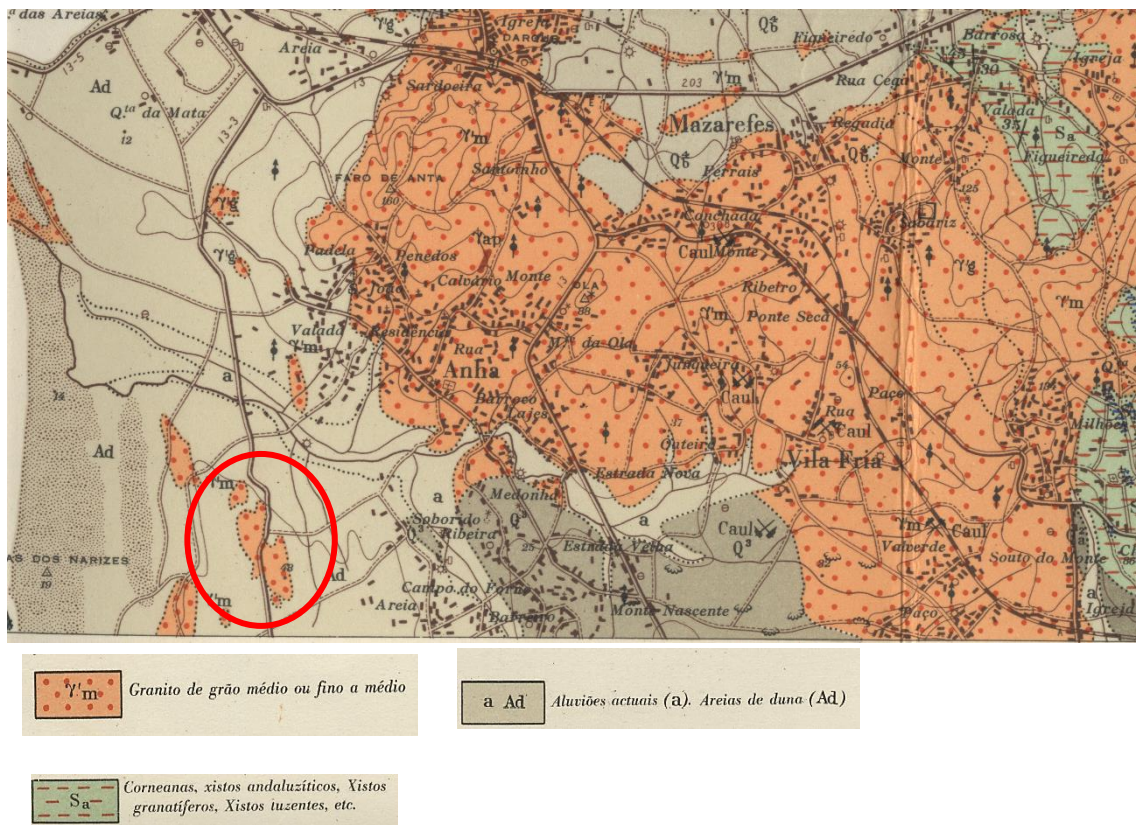


Figura 10 – Extrato da carta geológica de Viana do Castelo 5-A, na escala original 1: 50 000 (Cândido de Medeiros e Teixeira, 1970).

As unidades geológicas representadas neste concelho de Viana do Castelo são:

- Moderno – Aluviões atuais; Areias de duna;
- Plistocénico – Depósitos de terraços fluviais, de praias antigas e da bacia de Alvarães;
- Paleozoico – Silúrico – Xistos e grauvaques com intercalações de xistos grafitosos e liditos com graptólitos. Em geral fortemente metamorfizados; Ordovícico – Quartzitos de Bilobites e rochas ordovícicas metamorfizadas; Complexo xisto-grauváquico Ante-Ordovícico e séries metamórficas derivadas – Xistos e grauvaques, mais ao menos metamorfizados; Conglomerados e quartzitos
- Rochas eruptivas – Granito calco-alcalino de duas micas, sendo a biotite predominante: porfiroide de grão grosseiro ou médio a grosseiro; de grão fino; Granodiorito biotítico (Bertiandos); Granito alcalino – porfiroide de grão médio ou fino a médio; porfiroide, de grão fino ou médio a fino; de grão grosseiro ou médio a grosseiro; de grão médio ou fino a médio; de grão fino; de grão médio a fino, gnaissóide;

- Rochas filonianas – Filões de quartzo, aplito pegmatíticos e pegmatíticos e de rocha básica.

A unidade geológica aqui representada é referente a rochas eruptivas, mais concretamente, granito alcalino de grão fino ou médio a médio.

No Maciço Viana do Castelo-Esposende há:

- Granito de grão médio de duas micas (G. de Vila Praia de Âncora e G. de S. Lourenço
- Granito de grão grosseiro de duas micas (G. de Castelo do Neiva, G. de Sta Luzia) ambos intrusivos no CXG indiferenciado.

A W e NW de Ponte de Lima aflora a grande mancha granítica, em forma de arco, onde rocha é de grão médio. A NW de Ponte de Lima aflora uma rocha leucocrática, de grão médio, formada essencialmente por quartzo, plagioclase e microclina. Os feldspatos têm alteração em minerais das argilas. A plagioclase é do domínio da oligoclase ácida na maior parte, às vezes, inclusa na microclina. Como minerais acessórios existem biotites com halos pleocroicos, tendo algumas secções limonitizadas e, as vezes, parcialmente cloritizadas. Ocorre moscovite que apresenta intercrescimentos simplectíticos com quartzo e moscovite II, cujas lamelas estão por vezes dobradas. Ocorre ainda apatite inclusa na biotite e disseminada em pequenos grãos. Estão também presentes minerais opacos e intercrescimentos mirmequiticos (Teixeira et al., 1972).

## Capítulo 5 - Resultados

### 5.1 - Requisitos Geométricos

#### 5.1.1 - Análise Granulométrica

A granulometria é determinada de acordo com a EN 933-1 e deve ser declarada pela correspondente categoria especificada pela norma harmonizada.

As percentagens cumulativas (tabela 6) que passam em cada um são apresentadas graficamente e numericamente.

Tabela 6 – Requisitos gerais para a granulometria.

Agregado	Dimensão (mm)	2D	1,4D	D	d	d/2	Categoria G
Grosso	$d \geq 1$	100	98 a 100	85 a 99	0 a 15	0 a 5	$G_c$ 85-15
	$D > 2$	100	98 a 100	80 a 99	0 a 20	0 a 5	$G_c$ 80-20
Fino	$d=0$	100	98 a 100	85 a 99	-	-	$G_F$ 85
	$D \leq 6,3$	100	98 a 100	80 a 99	-	-	$G_F$ 80

Em todos os ensaios realizados em diferentes pedidos da pedreira, apenas num ensaio não se obteve a percentagem que passava conforme a norma (tabela 7). Contudo a meia areia 0/4 não se classifica conforme o que designa a norma, mas dado estas circunstâncias faz-se uma curva declarada para que o cliente saiba que produto está a produzir (Fig. 11). No final desta informação obtemos a categoria do material que foi GF85, indicando que é um agregado fino, no entanto, não estando de acordo com a norma, designou-se por uma categoria de tolerância GTF20.

Tabela 7 – Percentagem cumulativas de alguns ensaios realizados da meia areia 0/4.

Dimensão (mm)		%passa	Data								
			05-01-2017	18-04-2017	28-04-2017	12-06-2017	27-06-2017	06-09-2017	26-09-2017	08-11-2017	27-11-2017
2D	8,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.4D	5,60	98-100	100	100	100	99	100	100	100	100	100
D	4,00	85-99	99	99	99	98	100	99	99	98	99
d	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d/2	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

D: Dimensão superior. d: Dimensão inferior.

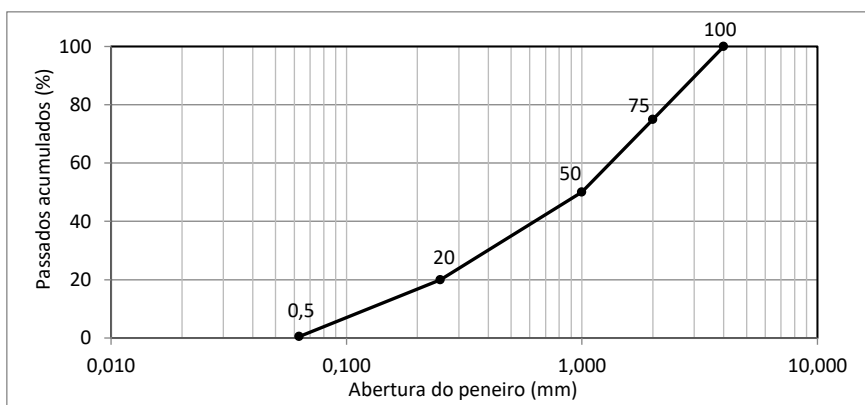


Figura 11 – Curva declarada da meia areia 0/4.

Esta curva é designada por declarada (Fig. 11) quando um agregado não corresponde a nenhuma categoria referida na norma, no entanto, é feita a análise granulométrica e de seguida realiza-se este gráfico, em determinadas circunstâncias em que o produto não cumpre com a granulometria estabelecida nas normas de referência. No entanto, é possível estabelecer uma curva granulométrica do material que se produz neste tipo de casos. Esta curva consta depois na declaração de desempenho do material e é essa curva que o produto tem que cumprir.

Para a areia grossa 2/6, a partir da análise da tabela 8 observa-se que houveram três ensaios que não obtiveram os resultados conforme a norma; contudo, foi necessário realizar a curva declarada (Fig. 12) para o cliente saber o produto que

estava a produzir. Este agregado pertence a categoria G<sub>C</sub>80-20, ou seja, um agregado grosso.

Tabela 8 – Percentagem cumulativas de alguns ensaios realizados da areia grossa 2/6.

			Data								
Dimensão (mm)		%passa	05-01-2017	18-04-2017	28-04-2017	12-06-2017	27-06-2017	06-09-2017	26-09-2017	08-11-2017	27-11-2017
2D	12,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.4D	8,40	98-100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	6,00	80-99	98	100	100	99	99	99	99	93	100
d	2,00	0-20	7	11	6	2	4	1	2	0	9
d/2	1,00	0-5	1	4	1	1	1	0	1	0	1

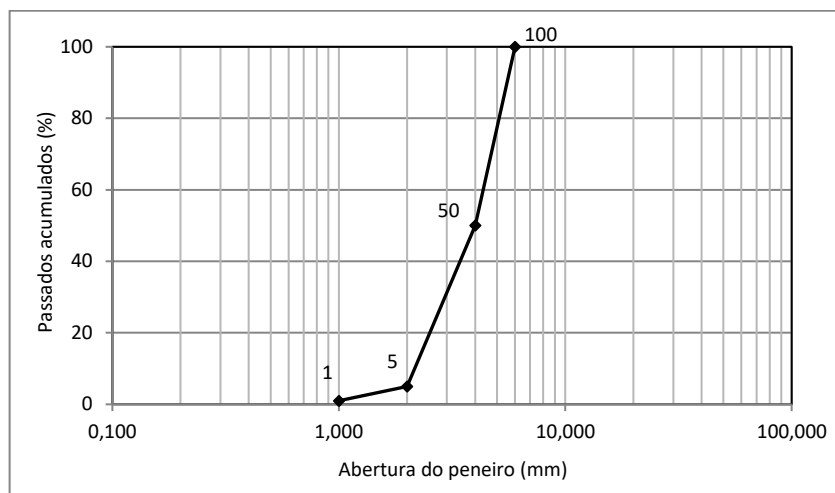


Figura 12 – Curva declarada areia grossa 2/6.

Para a brita 8/16, a partir da tabela 9 verifica-se que três ensaios não estão de acordo com os limites exigidos pela norma. Contudo, quando se obtém estes resultados, realiza-se a curva declarada (Fig. 13). Este agregado com estes resultados insere-se na categoria G<sub>C</sub>80-20, indicando que pertence a um agregado grosso.

Tabela 9 – Percentagem cumulativas de alguns ensaios realizados da brita 8/16.

			Data							
Dimensão (mm)		%passa	29-03-2017	09-05-2017	26-05-2017	14-07-2017	24-07-2017	10-10-2017	31-10-2017	12-12-2017
2D	28,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.4D	19,60	98-100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	14,00	80-99	100	99	99	99	100	97	97	100

d	8,00	0-15	23	6	15	4	10	3	2	3
		0-20	23	6	15	4	10	3	2	3
d/2	4,00	0-5	2	1	2	1	0	1	0	1

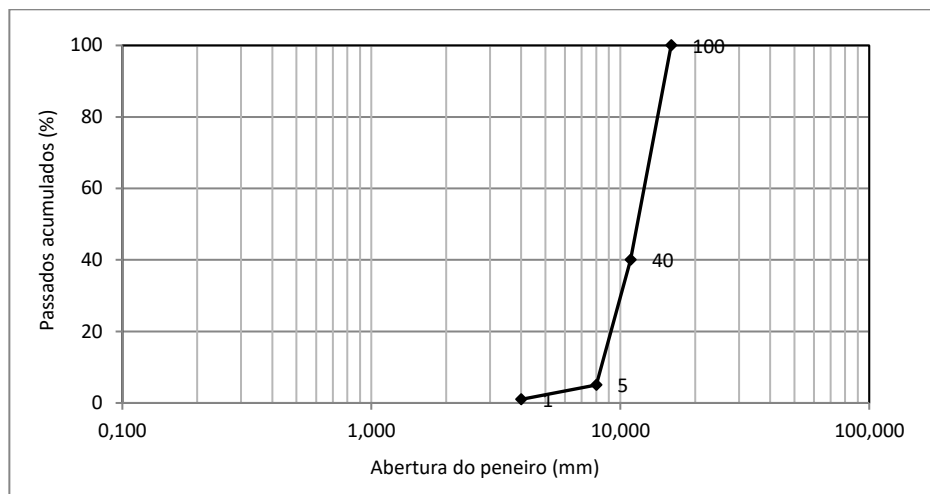


Figura 13 – Curva declarada brita 8/16.

Para a brita 12/20, de acordo com a tabela 10 não se encontra qualquer anomalia em qualquer ensaio, o que significa que aqui não foi necessário fazer curva declarada, porque os resultados estavam todos dentro dos limites obtidos na norma. Este agregado está inserido na categoria G<sub>c</sub>80-20, ou seja, agregado grosso.

Tabela 10 - Percentagem cumulativas de alguns ensaios realizados da brita 12/20.

Dimensão (mm)		%passa	Data							
			29-03-2017	09-05-2017	26-05-2017	14-07-2017	24-07-2017	10-10-2017	31-10-2017	12-12-2017
2D	40,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.4D	28,00	98-100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	20,00	80-99	88	99	93	96	97	99	87	99
d	12,00	0-20	6	10	10	3	4	5	1	4
d/2	6,00	0-5	1	1	2	1	0	0	1	0

### 5.1.2 - Finos: Teor e Qualidade

O teor em finos é determinado de acordo com a EN 933-1, e declarado pela categoria (tabela 11) correspondente especificada pela respetiva norma harmonizada.

Tabela 11 – Categorias para os valores máximos do teor de finos.

Agregado	% de passados no peneiro de 0,063 mm	Categoria (f)
Grosso	≤2	f <sub>2</sub>
	≤4	f <sub>4</sub>
	>4	f <sub>declarado</sub>
	Não requerido	f <sub>NR</sub>
Fino	≤3	f <sub>3</sub>
	≤7	f <sub>7</sub>
	≤10	f <sub>10</sub>
	≤16	f <sub>16</sub>
	≤22	f <sub>22</sub>
	>22	f <sub>declarado</sub>
	Não requerido	f <sub>NR</sub>

A partir da análise da tabela 12 pode-se observar que não há variação da categoria de finos, entre os vários ensaios realizados do agregado meia areia 0/4 (f<sub>3</sub>).

Relativamente à qualidade do agregado é não prejudicial porque se verifica que o teor de finos do agregado não é superior a 3% ou a outro valor de acordo com as disposições em vigor no local de utilização do agregado.

Tabela 12 – Teor e qualidade de finos do agregado meia areia 0/4.

	Data								
	05-01-2017	18-04-2017	28-04-2017	12-06-2017	27-06-2017	06-09-2017	26-09-2017	08-11-2017	27-11-2017
% passa # 0,063 mm	0,3	0,5	0,8	1,9	2,3	2,1	0,7	0,7	2,3
Categoria (f <sub>3</sub> )	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>
Qualidade *	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

\*NP – Não prejudiciais

A partir da análise da tabela 13 podemos observar que não há variação da categoria de finos, entre os vários ensaios realizados do agregado meia areia 2/6 (f<sub>2</sub>).

Relativamente à qualidade do agregado é não prejudicial porque se verifica que o teor de finos do agregado não é superior a 3 % ou a outro valor de acordo com as disposições em vigor no local de utilização do agregado.

Tabela 13 – Teor e qualidade de finos do agregado areia grossa 2/6.

	Data								
	05-01-2017	18-04-2017	28-04-2017	12-06-2017	27-06-2017	06-09-2017	26-09-2017	08-11-2017	27-11-2017
% passa # 0,063 mm	0,1	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,2
Categoria (f <sub>2</sub> )	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>
Qualidade *	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

\*NP – Não prejudiciais

A partir dos resultados obtidos em todos os ensaios (tabela 14), e onde se verifica que não existe grande dispersão de resultados obtidos em todos os ensaios, verifica-se que a brita 8/16 se mantém na categoria (f<sub>2</sub>). Em relação à qualidade do agregado é não prejudicial porque se verifica que o teor de finos do agregado não é superior a 3% ou a outro valor de acordo com as disposições em vigor no local de utilização do agregado.

Tabela 14 – Teor e qualidade de finos do agregado brita 8/16.

	Data							
	29-03-2017	09-05-2017	26-05-2017	14-07-2017	24-07-2017	10-10-2017	31-10-2017	12-12-2017
% passa # 0,063 mm	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
Categoria (f <sub>2</sub> )	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>
Qualidade *	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

\*NP – Não prejudiciais

Como se verifica na tabela 15, os resultados obtidos para a brita 12/20 são quase homogéneos, ou seja, não existe grande diferença nos resultados obtidos e confirma-se que o agregado brita 12/20 insere-se na categoria (f<sub>2</sub>). Em relação à qualidade do agregado é não prejudicial porque se verifica que o teor de finos do agregado não é superior a 3 % ou a outro valor de acordo com as disposições em vigor no local de utilização do agregado.

Tabela 15 – Teor e qualidade de finos do agregado brita 12/20.

	Data							
	29-03-2017	09-05-2017	26-05-2017	14-07-2017	24-07-2017	10-10-2017	31-10-2017	12-12-2017
% passa # 0,063	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1



mm								
Categoria (f <sub>2</sub> )	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>
Qualidade *	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

\*NP – Não prejudiciais

### 5.1.3 - Índice de forma e de achatamento

Quando requerido, o índice de forma dos agregados é determinado em termos do índice de achatamento (tabela 16), como especificado pela EN 933-3, 2000.

O índice de achatamento é o ensaio de referência para a determinação do índice de forma dos agregados.

O índice global de achatamento é calculado como a massa total das partículas que atravessam os peneiros de barra, expresso como a percentagem do total da massa seca de partículas ensaiadas.

Tabela 16 – Categorias para os valores máximos do Índice de achatamento.

Índice de achatamento	Categoria (FI)
≤20	FI <sub>20</sub>
≤35	FI <sub>35</sub>
≤50	FI <sub>50</sub>
>50	FI <sub>declarado</sub>
Não requerido	FI <sub>NR</sub>

Quando requerido, o índice de forma dos agregados é determinado de acordo com a norma EN 933-4, 2002. Com a utilização de um paquímetro o ensaio realiza-se com base na relação entre o comprimento L e a espessura E. O índice de forma é calculado como a massa das partículas com uma razão  $L/E > 3$  (tabela 17), expressa em percentagem da massa total seca das partículas ensaiadas.

Tabela 17 - Categorias para os valores máximos do Índice de forma.

Índice de forma	Categoria (SI)
≤20	SI <sub>20</sub>
≤40	SI <sub>40</sub>
≤55	SI <sub>55</sub>
>55	SI <sub>declarado</sub>
Não requerido	SI <sub>NR</sub>

Para a brita 8/16, a partir da análise das tabelas 18 e 19, verifica-se que existe uma homogeneidade nas categorias, tanto no índice de achatamento como no índice de forma, inserindo-se este agregado no FI<sub>20</sub> em relação à categoria do índice de achatamento e no SI<sub>20</sub> referente à categoria do índice de forma.

Tabela 18 – Resultados obtidos para o índice de achatamento para a brita 8/16.

	Data				
	29-03-2017	09-05-2017	14-07-2017	10-10-2017	12-12-2017
Índice de achatamento	13	13	10	13	12
Categoria (FI <sub>20</sub> )	FI <sub>20</sub>	FI <sub>20</sub>	FI <sub>20</sub>	FI <sub>20</sub>	FI <sub>20</sub>

Tabela 19- Resultados obtidos para o índice de forma para a brita 8/16.

	Data				
	29-03-2017	09-05-2017	14-07-2017	10-10-2017	12-12-2017
Índice de forma	19,6	10,8	15,0	15,0	12,0
Categoria (SI <sub>20</sub> )	SI <sub>20</sub>	SI <sub>20</sub>	SI <sub>20</sub>	SI <sub>20</sub>	SI <sub>20</sub>

O agregado brita 12/20 apresenta uniformidade em relação às categorias do índice de achatamento, FI<sub>20</sub> (tabela 20), e do índice de forma, SI<sub>20</sub> (tabela 21).

Tabela 20 - Resultados obtidos para o índice de achatamento para a brita 12/20.

	Data				
	29-03-2017	09-05-2017	14-07-2017	10-10-2017	12-12-2017
Índice de achatamento	9	12	7	12	11
Categoria (FI <sub>20</sub> )	FI <sub>20</sub>	FI <sub>20</sub>	FI <sub>20</sub>	FI <sub>20</sub>	FI <sub>20</sub>

Tabela 21 - Resultados obtidos para o índice de forma para a brita 12/20

	Data				
	29-03-2017	09-05-2017	14-07-2017	10-10-2017	12-12-2017
Índice de forma	13,3	17,1	16,7	16,0	8,0
Categoria (SI <sub>20</sub> )	SI <sub>20</sub>	SI <sub>20</sub>	SI <sub>20</sub>	SI <sub>20</sub>	SI <sub>20</sub>

## 5.2 - Requisitos Físicos

### 5.2.1 - Massa volúmica e Absorção de água

Quando requerida, a massa volúmica e a absorção de água são determinadas de acordo com a EN 1097-6, 2000 e os resultados declarados sob pedido do cliente. O volume é determinado a partir da massa de água que se “moveu”. A partir da tabela 22 verifica-se a percentagem máxima que pode absorver um agregado.

Tabela 22 – Categorias para os valores máximos da absorção de água.

Absorção de água % em massa	Categoria (WA <sub>24</sub> )
≤1	WA <sub>24</sub> 1
≤2	WA <sub>24</sub> 2

Nota: O ensaio de absorção de água não é aplicável à escória de alto-forno.

Para estes ensaios, os resultados apresentam-se em conjunto, uma vez que só foi feito um ensaio durante um ano, que é o mínimo descrito na norma (e também solicitado pelo cliente).

Como se pode analisar nas tabelas 23 e 24 em relação às areias existe uma uniformidade nos resultados obtidos sobre a massa volúmica. Na absorção de água há uma pequena discrepância nos resultados mas que conduzem a obtenção da mesma categoria final por não ser superior a 1%, tendo uma categoria final de WA<sub>24</sub>1. O mesmo se verifica nas tabelas 25 e 26 em relação às britas, isto é, uma homogeneidade nos resultados tendo-se obtido uma categoria final de WA<sub>24</sub>1.

Tabela 23 – Resultados obtidos para massa volúmica e absorção de água para o agregado meia areia 0/4.

		Data
		8-11-2017
$\rho_{ssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> ): 2.65±0.03		2,63
Abs. de água (%) ≤1%	Valor	0,5
	C.(WA <sub>24</sub> 1)	WA <sub>24</sub> 1

Tabela 24 - Resultados obtidos para massa volúmica e absorção de água para o agregado areia grossa 2/6.

		Data
		8-11-2017
$\rho_{ssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> ): 2.63±0.03		2,63
Abs. de água (%) ≤1%	Valor	0,6
	C.(WA <sub>241</sub> )	WA <sub>241</sub>

Tabela 25 - Resultados obtidos para massa volúmica e absorção de água para o agregado brita 8/16.

		Data
		01-10-2017
$\rho_{ssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> ): 2.65±0.03		2,64
Abs. de água (%) ≤1%	Valor	0,5
	C.(WA <sub>241</sub> )	WA <sub>241</sub>

Tabela 26 - Resultados obtidos para massa volúmica e absorção de água para agregado brita 12/20.

		Data
		1-10-2017
$\rho_{ssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> ): 2.65±0.03		2,64
Abs. de água (%) ≤1%	Valor	0,4
	C.(WA <sub>241</sub> )	WA <sub>241</sub>

### 5.2.2 - Resistência à fragmentação

O coeficiente de Los Angeles (LA) mede a proporção de finos (< 1,6 mm) produzidos por fragmentação. A NP EN 13242 estabelece categorias (tabela 27) para os valores máximos do coeficiente de Los Angeles.

Tabela 27 – Categorias para os valores máximos do coeficiente Los Angeles.

Coeficiente Los Angeles	Categoria (LA)
≤20	LA <sub>20</sub>
≤25	LA <sub>25</sub>
≤30	LA <sub>30</sub>
≤35	LA <sub>35</sub>
≤40	LA <sub>40</sub>
≤45	LA <sub>45</sub>
≤50	LA <sub>50</sub>
≤60	LA <sub>60</sub>
>60	LA <sub>declarado</sub>
Não requerido	LA <sub>NR</sub>

O coeficiente de Los Angeles para a brita 8/16 (tabela 28) apresentou uma pequena discrepância nos resultados dos ensaios realizados, mas que obtiveram a mesma categoria de LA<sub>35</sub>.

Tabela 28 – Resultados obtidos para fragmentação do agregado brita 8/16.

	Data	
	29-03-2017	01-10-2017
	35	33
Coef. Los Angeles	LA <sub>35</sub>	LA <sub>35</sub>

A partir da análise da tabela 29 verifica-se uma pequena discrepância nos resultados da fragmentação da brita 12/20, mas que no final a sua categoria foi a mesma por não ser superior a 35, daí se designar por LA<sub>35</sub>.

Tabela 29 – Resultados obtidos para fragmentação do agregado brita 12/20.

	Data	
	29-03-2017	01-10-2017
	35	33
Coef. Los Angeles	LA <sub>35</sub>	LA <sub>35</sub>

### 5.2.3 - Resistência ao desgaste por atrito

O ensaio de simulação ao desgaste por atrito serve para determinar a taxa de desgaste a que um material está sujeito quando partículas duras de um dado abrasivo se movimentam paralelamente à sua superfície.

A NP EN 13242 estabelece categorias (tabela 30) para os valores máximos do coeficiente de micro-Deval.

Tabela 30 – Categorias para os valores máximos da resistência ao desgaste por atrito.

Coeficiente micro-Deval	Categoria ( $M_{DE}$ )
≤15	$M_{DE15}$
≤20	$M_{DE20}$
≤25	$M_{DE25}$
≤30	$M_{DE30}$
≤35	$M_{DE35}$
≤40	$M_{DE40}$
≤45	$M_{DE45}$
≤50	$M_{DE50}$
>50	$M_{DEDeclarado}$
Não requerido	$M_{DENR}$

A partir da análise da tabela 31, observa-se que o agregado brita 8/16 apresentou resultados bem diferentes nos dois ensaios realizados, mas que permitem a obtenção da mesma categoria porque o coeficiente micro-Deval é inferior a 15, o que faz com que seja da categoria  $M_{DE15}$ .

Tabela 31 – Resultados obtidos na resistência ao desgaste por atrito para a brita 8/16.

Coef. Micro-Deval ( $M_{DE15}$ )	Data	
	29-03-2017	01-10-2017
	9	4
	$M_{DE15}$	$M_{DE15}$

Os dados obtidos a partir dos ensaios realizados na brita 12/20 (tabela 32), são diferentes o que significa uma melhoria na resistência ao atrito do agregado, uma vez que o coeficiente diminuiu, apesar de serem da mesma categoria  $M_{DE15}$ .

Tabela 32 – Resultados obtidos na resistência ao desgaste por atrito para a brita 12/20.

	Data	
	29-03-2017	01-10-2017
	9	4
Coef.micro-Deval (M <sub>DE15</sub> )	M <sub>DE15</sub>	M <sub>DE15</sub>

## 5.3 - Requisitos Químicos

### 5.3.1 - Cloretos

Este ensaio é apropriado para agregados em que o teor de cloretos resulte diretamente do contacto com a água salina, ou imersão nesta água. O provete em estudo é tratado com água para extração de iões de cloreto. O método de análise do extrato baseia-se na titulação de Volhard, em que um excesso de solução de nitrato de prata é adicionado à solução com cloretos. São expressos em percentagem da massa do agregado (NP EN 1744-1, 2014).

A pedido do cliente, foi realizado um ensaio para cada amostra dos agregados em estudo. De acordo com a análise dos cloretos, nas tabelas 33 e 34 verifica-se que para os agregados mais finos (meia areia 0/4 e areia grossa 2/6) o resultado é inferior a 0,01%. Para os agregados mais grossos, como se verifica nas tabelas 35 e 36, a brita 8/16 e brita 12/20, também se obtiveram valores inferiores a 0,01 %. No entanto com a classificação desta norma harmonizada EN 13242, este ensaio não se aplica.

Tabela 33 – Resultados obtidos para teor de cloretos para a meia areia 0/4.

	Data
	08-11-2017
Cloretos (%): ≤0.01	<0.01

Tabela 34 – Resultados obtidos para teor de cloretos para a areia grossa 2/6.

	Data
	08-11-2017
Cloretos (%): ≤0.01	<0.01

Tabela 35 – Resultados obtidos para teor de cloretos para a brita 8/16.

	Data
	08-11-2017
Cloretos (%): ≤0.01	<0.01

Tabela 36 – Resultados obtidos para teor de cloretos para a brita 12/20.

	Data
	08-11-2017
Cloretos (%): ≤ 0.01	<0.01

### 5.3.2 - Enxofre Total

A NP EN 13242 estabelece categorias para os valores máximos do teor de enxofre total (tabela 37).

Tabela 37 – Categorias para os valores máximos do teor de enxofre total

Agregado	Teor de enxofre total %	Categoria (S)
Agregados exceto escória de alto-forno arrefecida ao ar	≤1	S <sub>1</sub>
	>1	S <sub>declarado</sub>
	Não requerido	S <sub>NR</sub>
Escória de alto-forno arrefecida ao ar	≤2	S <sub>2</sub>
	>2	S <sub>Declarado</sub>
	Não requerido	S <sub>NR</sub>

A pedido do cliente, foi realizado um ensaio para cada amostra dos agregados em estudo. Nos agregados mais finos, como se verifica nas tabelas 38 e 39, obtiveram-se valores de 0,10 % e uma categoria final de S1 (por não ser superior a 1%). Nos agregados mais grossos, como se verifica nas tabelas 40 e 41, também se obtiveram valores de 0,10 %, o que levou à atribuição da categoria S1.



Tabela 38 – Resultados obtidos para teor de enxofre para a meia areia 0/4.

		01-10-2017
Enxofre total (%)	Valor	0,10
	Dec.	S1

Tabela 39 – Resultados obtidos para teor de enxofre para a areia grossa 2/6.

		08-11-2017
Enxofre total (%)	Valor	0,10
	Dec.	S1

Tabela 40 - Resultados obtidos para teor de enxofre para a brita 8/16.

		01-10-2017
Enxofre total (%)	Valor	0,10
	Dec.	S1

Tabela 41 – Resultados obtidos para teor de enxofre para a brita 12/20.

		01-10-2017
Enxofre total (%)	Valor	0,10
	Dec.	S1

### 5.3.3 - Teor de húmus

Este ensaio foi realizado fora do âmbito do tema em estudo, mas foi executado a pedido do cliente. Nas tabelas 42 a 45 são apresentados os resultados obtidos para cada agregado analisado.

Tabela 42 – Resultados obtidos para teor em húmus para a meia areia 0/4.

		Data
		05-01-2017
Teor em húmus	Negativo	

Tabela 43 – Resultados obtidos para teor em húmus para a areia grossa 2/6.

	Data
	05-01-2017
Teor em húmus	Negativo

Tabela 44 – Resultados obtidos para teor em húmus para a brita 8/16.

	Data
	05-01-2017
Teor em húmus	Negativo

Tabela 45 – Resultados obtidos para teor em húmus para a brita 12/20.

	Data
	05-01-2017
Teor em húmus	Negativo

Como se verifica pela análise das tabelas 42 a 45, os agregados apresentam um teor em húmus negativo, uma vez que a cor da solução de ensaio foi mais clara que a cor padrão; se o teor fosse positivo a cor teria de ser mais escura.

## 5.4 - Declaração de Desempenho

Se um produto de construção for abrangido por uma norma harmonizada ou estiver conforme com uma Avaliação Técnica Europeia emitida para esse produto:

1. O fabricante deve elaborar uma declaração de desempenho para esse produto aquando da sua colocação no mercado;
2. Qualquer informação, em qualquer formato, sobre o seu desempenho em relação às características essenciais definidas na especificação técnica harmonizada aplicável só pode ser fornecida se for incluída e especificada na declaração de desempenho.

Ao fazer a declaração de desempenho, o fabricante assume a responsabilidade pela conformidade do produto de construção com o desempenho declarado. Na falta de indícios objetivos em contrário, os Estados-Membros presumem que a declaração de desempenho elaborada pelo fabricante é exata e fiável.

Deve ser fornecida uma cópia da declaração de desempenho de cada produto disponibilizado no mercado, em suporte papel ou por meios eletrónicos, ou

quando o destinatário a solicitar. A declaração de desempenho deve ser apresentada na língua ou línguas exigidas pelo Estado-Membro em que o produto é disponibilizado. (Parlamento Europeu, de 9 de Março de 2011). A tabela 46 mostra a verificação da conformidade dos agregados estudados.

Tabela 46 – Exemplo de declaração de desempenho.

1.Código de identificação único do produto	Meia areia 0/4; Areia grossa 2/6; Brita 8/16 e Brita 12/20
2.Utilizações previstas	Betão para edifícios, estradas e outros trabalhos de engenharia civil; misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação; argamassa para edifícios, estradas e outros trabalhos de engenharia civil; materiais tratados com ligantes hidráulicos e materiais não tratados para utilização em engenharia civil e construção de estradas
3.Fabricante	Pedreira A – Chafé – Viana do Castelo.
4.Mandatário	Não aplicável.
5.Sistema de avaliação e verificação da regularidade do desempenho (AVPC)	Sistema de avaliação 2+.
6A. Norma harmonizada	EN 13242,2002 +A1, 2007; Organismo notificado: Apcer – Associação Portuguesa de Certificação, realizou a inspeção inicial da unidade fabril e o controlo de produção em fábrica e o acompanhamento, apreciação e aprovação contínuos do controlo da produção em fábrica no âmbito do sistema 2+ e emitiu o Certificado de Conformidade do controlo de produção em fábrica
6B. Documento de avaliação Europeu	Não aplicável

#### 7. Desempenho declarado

Designação do agregado	Meia areia 0/4	Areia Grossa 2/6	Brita 8/16	Brita 12/20	Valores de referência	Normas
Categoria do Agregado	G <sub>F</sub> 85	G <sub>c</sub> 85-20	G <sub>c</sub> 80-20	G <sub>c</sub> 80-20	-	EN 933-1
Teor de Finos	f <sub>3</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	≤3%**	EN 933-1
Massa volúmica das partículas(Mg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{ssd} = 2.65 \pm 0,03$	$\rho_{ssd} = 2.63 \pm 0.03$	$\rho_{ssd} = 2,65 \pm 0,03$	$\rho_{ssd} = 2,65 \pm 0.03$	-	EN 1097-6
Absorção de água (%)	WA <sub>241</sub>	WA <sub>241</sub>	≤1.0	WA <sub>241</sub>	-	EN 1097-6
Teor de Cloretos (%)	NA	NA	NA	NA	-	EN 1744-1 (Secção 7)
Tolerância da granulometria declarada	GT <sub>F</sub> 20	GT <sub>NR</sub>	GT <sub>NR</sub>	GT <sub>NR</sub>	-	-
Enxofre total (%)*	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	>1	EN 1744-1 (Secção 11)
Retração por secagem	NA	NA	NA	NA	-	EN 1367-4
Teor em húmus	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	-	EN 1744-1

FCUP  
 Controlo da qualidade de agregados para marcação CE

						(Secção 15.1)
Índice de achatamento	-	-	Fl <sub>20</sub>	Fl <sub>20</sub>	>50	EN 933-3
Índice de Forma	-	-	Sl <sub>20</sub>	Sl <sub>20</sub>	>55	EN 933-4
Los Angeles	-	-	LA <sub>40</sub>	LA <sub>40</sub>	>60	EN 1097-2
Micro-Deval	-	-	M <sub>DE15</sub>	M <sub>DE15</sub>	>50	EN 1097-1
Descrição petrográfica*	Granito; Forma ou esfericidade: Subprismático a subdiscoidal; Angulosidade ou arredondamento: muito anguloso a subanguloso; Condições de superfície: rugosa; Grau de meteorização das partículas: não evidencia; Capa exterior na superfície dos grãos: alguns agregados apresentam-se revestidos, parcialmente, por uma película de cor alaranjada de óxidos e hidróxidos de ferro.					EN 932-3
Conformidade do produto	✓	✓	✓	✓	-	-

NA – Não aplicável. \* - Ensaio realizado noutro agregado da mesma origem. \*\* - Quando superior podem ser necessários ensaios adicionais

O desempenho dos produtos identificados acima estão todos em conformidade com o conjunto de desempenhos declarados.

## Capítulo 6 - Considerações Finais

Este relatório sintetiza os resultados obtidos durante o estágio realizado no laboratório da Senqual, com a duração de seis meses. O referido estágio permitiu ao estudante a obtenção duma experiência profissional em contexto de empresa. Esta integração profissional permitiu a colaboração na realização de vários ensaios, tendo os principais sido expostos neste relatório.

Dos ensaios realizados destacam-se:

- Análise granulométrica
- Índice de achatamento
- Índice de forma
- Massa volúmica
- Absorção de água
- Teor de finos
- Resistência à fragmentação (Los Angeles)
- Resistência ao desgaste por atrito (Micro Deval)
- Cloretos
- Enxofre total
- Teor em húmus

Realizaram-se uma série de ensaios, com o objetivo de aferir a conformidade do produto. Quanto aos requisitos geométricos podem-se referir os seguintes aspetos:

- Relativamente à análise granulométrica os agregados meia areia 0/4, areia grossa 2/6 e brita 8/16, foram os que não apresentaram categoria conforme a norma NP EN 12522, 2002; foi necessário fazer uma curva granulométrica declarada para o cliente saber que produto estava a produzir. Apenas a brita 12/20 apresentou uma melhor classe granulométrica, que fez com que estivesse conforme a norma em estudo.

- Quanto ao teor e qualidade dos finos, houve uma homogeneidade nos resultados obtidos em todos os agregados; apenas a meia areia 0/4 se inseriu na categoria f3, enquanto os restantes agregados se inseriram na categoria f2; quanto à qualidade todos os agregados apresentaram uma qualidade não prejudicial, porque nenhum apresentou resultados superiores a 3% no teor em finos.

- Em relação aos índices de achatamento e de forma, tanto na brita 8/16 como na brita 12/20, obtiveram-se resultados idênticos, que permitiram a obtenção da categoria  $Fl_{20}$  para o índice de achatamento e  $Sl_{20}$  para o índice de forma.

Em relação aos requisitos físicos podem-se enumerar o seguintes resultados:

- Uma vez realizados os ensaios de massa volúmica e absorção de água, os agregados em estudo obtiveram uma uniformidade nos resultados, sem grandes variações; na absorção de água os resultados levaram os agregados a serem classificados com a categoria  $W_{241}$ , dado que não obtiveram resultados superiores a 1%.

- Quanto à resistência e à fragmentação (Los Angeles), os agregados em que se realizaram os ensaios obtiveram a categoria  $LA_{35}$ , pois não ultrapassaram um coeficiente superior a 35.

- Em relação ao desgaste por atrito (micro-Deval), os resultados dos ensaios nas britas 8/16 e 12/20 apresentaram uma discrepância, sendo obtida a categoria  $M_{DE15}$ , uma vez que para nenhum dos ensaios foi obtido coeficiente superior a 15.

No que diz respeito aos requisitos químicos, podemos resumir que:

- O ensaio de cloretos foi executado no âmbito de outras normas harmonizadas que não estão em estudo neste relatório. Na norma em estudo não se aplica este ensaio.

- Nos resultados obtidos para o ensaio enxofre total, para os agregados em estudo foram homogêneos, tendo-se obtido uma classificação S1.

- Em relação ao teor em húmus, todas as amostras em estudo tiveram um resultado negativo, porque não tiveram uma coloração mais clara que a cor padrão.

Por fim o objetivo principal foi atingido, não havendo nenhuma irregularidade nos agregados em estudo mantendo sempre o controlo da qualidade de modo a obter a Marcação CE do produto, sempre de acordo com as normas harmonizadas.

## Referências Bibliográficas

Cândido de Medeiros. A, Teixeira. C, 1970. Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000 da folha 5-A (Viana Do Castelo). Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

Castro, B.M.L., 2006. Marcação CE de Agregados e de Pedra Natural, Tese de Mestrado em Minerais e Rochas Industriais. Universidade de Aveiro, Faculdade de Ciências.

Comissão Europeia, 2000. Guia para aplicação das diretivas elaboradas com base nas disposições da nova abordagem e da abordagem global.

Comissão Europeia, 2011. Marcação CE: uma porta aberta para o mercado europeu. Comissão Europeia.

Comissão Europeia, 2014. Resolver a crise Criando oportunidades: colocar os cidadãos e as empresas na via da prosperidade. Comissão Europeia.

Decreto-Lei n.º 130/2013, Diário da República, 1.ª série - N.º 174 - 10 de setembro de 2013.

Decreto-Lei n.º 113/93, de 10 de Abril de 1993. Diário da República.

Decreto-Lei n.º 433/82, de 27 de Outubro de 1982. Diário da República.

Decreto-Lei n.º 356/89, de 17 de outubro de 1989. Diário da Republica.

Decreto-Lei n.º 244/95, de 14 de setembro de 1995. Diário da República.

Decreto-Lei n.º 323/2001 de 17 de dezembro de 2001. Diário da República.

Decreto-Lei n.º 109/2001, de 24 de dezembro de 2001. Diário da República.

Diretiva 89/106/CEE do Conselho, de 21 de Dezembro de 1988. Diretiva dos Produtos de Construção. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.

Diretiva 93/68/CEE do Conselho, de 22 de Julho de 1993. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.

Instituto Geográfico do Exército, Carta militar de Portugal na escala 1:25000 da folha 40 (Viana do Castelo).

Inspeção Regional das Atividades Económicas, (2012). Seminário sobre Fiscalização do Mercado. A Marcação CE nos Produtos de Construção A sua aplicação nos Açores.

ISO/EN 17050-1, 2010. Avaliação de conformidade. Declaração de conformidade do fornecedor. Requerimentos gerais.

ISO/EN 17050-2, 2010. Avaliação de conformidade - Declaração de conformidade do fornecedor - Parte 2: Documentação de suporte.

Jornal Oficial da União Europeia, 2011. Regulamento (UE) N. o 305/2011 Do Parlamento Europeu e do Conselho.

Jornal Oficial da União Europeia, 2008. Regulamento (UE) N. o 765/2008 Do Parlamento Europeu e do Conselho.

Lamares, M., 2006. Marcação CE em agregados: Estudo comparativo entra as novas normativas Europeias e os métodos de ensaio definidos nos atuais cadernos de encargo, Laboratório central, Mota-Engil Engenharia e Construção, S.A – Maio de 2006.

Mendes, A., 2012. Novas exigências para a Marcação CE, Seminário: Ordem dos Engenheiros.

NP EN 933-1:2014. Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração. Instituto Português da Qualidade.



NP EN 933-3:2014. Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 3: Determinação da forma das partículas. Índice de achatamento. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 933-4:2008. Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 4: Determinação da forma das partículas. Índice de forma. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 933-8:2012+A1:2017. Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 8: Determinação do teor de finos. Ensaio do equivalente de areia. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 933-9:2009+A1:2017. Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 9: Análise dos finos. Ensaio do azul de metileno. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1097-1:2012. Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval). Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1097-2:2011. Método para a determinação da resistência à fragmentação (Los Angeles). Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1097-6:2016. Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 6: Determinação da massa volúmica e de absorção de água. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 12620:2002+A1. Agregados para betão. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 13139:2005/AC :2010. Agregados para argamassas. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 13043:2004. Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 13242:2002+A1. Agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária. Instituto Português da Qualidade.

Teixeira. C., Cândido Medeiros. A., Pinto Coelho. A., 1972. Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia explicativa da Folha 5-A (Viana do Castelo). Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

## Anexo 1 - Exemplo dos boletins de ensaio

Requerente:	Obra:
	Ref. da Amostra:
	Origem:
	Recolha:
	Data de Recolha:
	Data de Receção:

<b>AGREGADOS</b>	Boletim n.º: MVA.	Data:
Determinação da Massa Volúmica e da Absorção de Água	Data de ensaio	
Norma de Ref.: NP EN 1097-6:2016 (secções 7, 8 e 9)	Inicial:	Final:
	Pág. 1/1	

A	% da fracção 0,063 a 4,0	
B	% da fracção 4,0 a 31,5	
C	% da fracção 31,5 a 63,0	

	Método	Agregado 0,063 a 4,0 (mm)	Agregado 4,0 a 31,5 (mm)	Agregado 31,5 a 63,0 (mm)
		Picnómetro	Picnómetro	Cesto Rede
M <sub>1</sub>	Massa do agregado saturado com superfície seca ao ar (g)			
M <sub>2</sub>	Massa do picnómetro+provetete sat./cesto+provetete sat. imersos (g)			
M <sub>3</sub>	Massa do picnómetro com água / cesto imerso (g)			
M <sub>4</sub>	Massa do provete seco em estufa (g)			
T	Temperatura da água (°C)			
ρ <sub>w</sub>	Massa volúmica da água (Mg/m <sup>3</sup> ) - Anexo D			
$\rho_a = \rho_w \cdot M_4 / [M_4 - (M_2 - M_3)]$	Massa volúmica do material impermeável das partículas (0,01 Mg/m <sup>3</sup> )			
$\rho_{rd} = \rho_w \cdot M_4 / [M_1 - (M_2 - M_3)]$	Massa volúmica das partículas secas em estufa (0,01 Mg/m <sup>3</sup> )			
$\rho_{ssd} = \rho_w \cdot M_1 / [M_1 - (M_2 - M_3)]$	Massa volúmica das partículas saturadas com sup. seca (0,01 Mg/m <sup>3</sup> )			
$WA_{24} = [100 \cdot (M_1 - M_4)] / M_4$	Absorção de água (0,1%)			
$\rho_{ssd} = \rho_{rd} + \rho_w (1 - \rho_{rd} / \rho_a)$	Verificação da nota 1 (0,01 Mg/m <sup>3</sup> )			

Agregados com mais de uma fracção (Cálculo não previsto na norma de referência)	
$\rho_a = \rho_a(0,063 \text{ a } 4,0) \times A + \rho_a(4,0 \text{ a } 31,5) \times B + \rho_a(31,5 \text{ a } 63,0) \times C$	-
$\rho_{rd} = \rho_{rd}(0,063 \text{ a } 4,0) \times A + \rho_{rd}(4,0 \text{ a } 31,5) \times B + \rho_{rd}(31,5 \text{ a } 63,0) \times C$	-
$\rho_{ssd} = \rho_{ssd}(0,063 \text{ a } 4,0) \times A + \rho_{ssd}(4,0 \text{ a } 31,5) \times B + \rho_{ssd}(31,5 \text{ a } 63,0) \times C$	-
$WA_{24} = WA_{24}(0,063 \text{ a } 4,0) \times A + WA_{24}(4,0 \text{ a } 31,5) \times B + WA_{24}(31,5 \text{ a } 63,0) \times C$	-

Observações:

Rua 19 n° 286, 4500-255 Espinho  
Tel. 227346825 Fax 227319116  
E-mail: senqual@sapo.pt

Requerente:	Obra:
	Ref. da Amostra:
	Recolha:
	Data de Recepção/Recolha:

<b>AGREGADOS</b>	Boletim n°: MD.xxx.xxx.xx
Determinação da Resistência ao Desgaste (Micro-Deval)	Data:
Norma de Ref.: NP EN 1097-1:2012	Pág. 1/1

Tipo	Fracção granulométrica (mm)	N° de voltas	Carga abrasiva (g)
Agregado grosso e granulometria extensa		12000±10	5000±5
Balastro		14000±10	-

Provete Elementar		1	2
$m_0$ (g)	Massa da amostra antes do ensaio		
$m$ (g)	Massa do agregado retido no peneiro 1,6 mm		
$M_{DE} = (500-m)/5$ (0,1%)	Coefficiente Micro-Deval	0,0	0,0
-	Média, $M_{DE}$ (1%)	0	

Observações:

Data de ensaio:	Ensaiou:	Responsável Técnico:
Inicial:		
Final:	(xxxx)	(Alves Ribeiro, Eng.)

Rua 19 n° 286, 4500-255 Espinho  
Tel. 227346825 Fax 227319116  
E-mail: senqual@sapo.pt

Requerente:	Obra: Ref. da amostra: Recolha: Data de recolha/ recepção:
-------------	---

<b>AGREGADOS</b> Determinação da retração por secagem Norma de Ref.ª: NP EN 1367-4:2011	Boletim n°: RS. Data: Pág. 1/1
---	--------------------------------------

Agregado utilizado: Tamanhos: / / Origem: Tipo:	Fabrico da argamassa: Data de fabrico:
--	---

		Provete 1	Provete 2	Provete 3
Diferença entre o comprimento do prisma e da barra padrão após imersão em água durante (120 ± 2) h	w (mm)			
Diferença entre o comprimento do prisma e da barra padrão após secagem durante (72 ± 2) h e arrefecimento em excicador durante (24 ± 2) h	d (mm)			
Comprimento real do prisma seco	l (mm)			
Retração por secagem	S (%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!		

Observações:
--------------

Data de ensaio:	Ensaiou:	Responsável Técnico:
Inicial: Final:		(Alves Ribeiro, Eng.)

Requerente:	Obra:
	Ref. da Amostra:
	Recolha:
	Data de Recolha:
	Data de Receção:

<b>AGREGADOS</b> Análise Granulométrica. Método de Peneiração. Norma de Ref.: EN 933-1:2012	Boletim n.º: AGCE.      Data: Data de ensaio Inicial:                      Final: Pág. 1/1
--	---

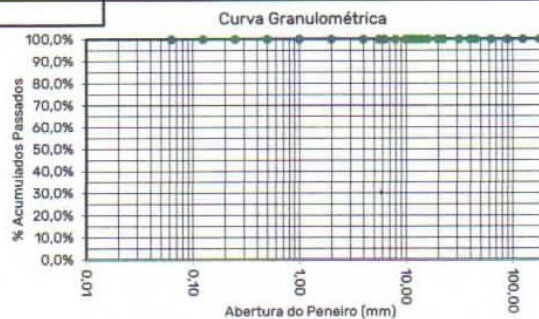
Procedimento de Ensaio	Massa seca total da amostra (M <sub>1</sub> ou M' <sub>1</sub> , (Anexo B))	(x 10 <sup>-3</sup> kg)
Lavagem e peneiração	Massa seca após lavagem (M <sub>2</sub> )	(x 10 <sup>-3</sup> kg)
Peneiração a seco	Massa seca dos finos removidos por lavagem (M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub> )	(x 10 <sup>-3</sup> kg)

Peneiros: i	Massa retida: [R <sub>i</sub> ] (x 10 <sup>-3</sup> kg)	% retida: [[R <sub>i</sub> /M <sub>1</sub> ] x 100]	% acumulada retida	% acumulada que passa: [100 - (R <sub>i</sub> /M <sub>1</sub> ) x 100]
180,00				
125,00				
90,00				
63,00				
45,00				
40,00				
31,50				
22,40				
20,00				
16,00				
14,00				
12,50				
11,20				
10,00				
8,00				
6,30				
5,60				
4,00				
2,00				
1,00				
0,500				
0,250				
0,125				
0,063				
Resto (P)				
ΣR <sub>i</sub>				
ΣR <sub>i</sub> +P				

Percentagem de finos (f) que passa no peneiro de 0,063 mm	
Validade do ensaio	Se < 1 % Válido Se ≥ 1 % Não Válido
Módulo de finura <sup>(a)</sup>	

<sup>(a)</sup> Fora do âmbito da acreditação, determinado de acordo com o PIE.046.1

Observações:



Requerente:	Obra:
	Ref. da Amostra:
	Origem:
	Recolha:
	Data de Recolha:
	Data de Receção:

<b>AGREGADOS</b>	Boletim n.º: IF.	Data:
Determinação da forma das partículas - Índice de Forma	Data de ensaio	
Norma de Ref.: EN 933-4:2008	Inicial:	Final:
	Pág. 1/1	

D ≤ 2d			
Fração granulométrica d <sub>i</sub> / D <sub>i</sub> (mm)	M <sub>1</sub> - Massa do material para ensaio (g)	M <sub>2</sub> - Massa das partículas não cúbicas (g)	Índice de forma SI = (M <sub>2</sub> /M <sub>1</sub> ) x 100 (%)

D > 2d			
Frações não reduzidas		SI = (ΣM <sub>2i</sub> / ΣM <sub>1i</sub> ) x 100 (%)	
Frações reduzidas		SI = Σ[V <sub>i</sub> x SI <sub>i</sub> ] / ΣV <sub>i</sub> (%)	
Massa inicial do provete seco M <sub>0</sub> (g)			

Fração granulométrica d <sub>i</sub> / D <sub>i</sub> (mm)	45 / 63	31,5 / 45	22,4 / 31,5	16 / 22,4	12,5 / 16	11,2 / 12,5	10 / 11,2	8 / 10	5,6 / 8	4 / 5,6	Totais
M <sub>1</sub> - Massa de cada fração (g)											
V <sub>i</sub> - Percentagem de cada fração <sup>(a)</sup> (%)											
M <sub>1i</sub> - Massa das partículas a ensaiar (g)											
M <sub>2i</sub> - Massa das partículas não cúbicas (g)											
SI <sub>i</sub> - Percentagem das partículas não cúbicas											
V <sub>i</sub> x SI <sub>i</sub>											

<sup>(a)</sup> O valor total de V<sub>i</sub> exclui os casos em que V<sub>i</sub> < 10%

Observações:



Rua 19 n° 286, 4500-255 Espinho  
Tel. 227346825 Fax 227319116  
E-mail: geral@senqual.pt

Requerente:	Obra:  Ref. da Amostra: Recolha: Data de Recepção/Recolha.
-------------	--

<b>AGREGADOS</b>  Determinação do Teor de Húmus  Norma de Ref.: EN 1744-1:2009+A1:2012 (Secção 15.1)	Boletim nº: TH. Data:  Pág. 1/1
--	--

Máxima dimensão do agregado (mm)	
----------------------------------	--

Massa da sub amostra (g)	
--------------------------	--

Descrição	Provete	
	1	2
Coloração da solução		
Teor de húmus		

Observações:
--------------

Data de ensaio:	Ensaiou:	Responsável Técnico:
Inicial:		(Alves Ribeiro, Eng.)
Final:		

Requerente:	Obra:
	Ref. da Amostra:
	Origem:
	Recolha:
	Data de Recolha:
	Data de Receção:

<b>AGREGADOS</b>	Boletim n°: LA.	Data:
Determinação da Resistência à Fragmentação - Los Angeles	Data de ensaio	
Norma de Ref.: NP EN 1097-2:2011 (secção 5 e Anexos A, B e G)	Inicial:	Final:
	Pág. 1/1	

Preparação da amostra para ensaio:	Senqual	Cliente
------------------------------------	---------	---------

Tipo de Agregado	Fração granulométrica (mm)	N° de esferas	Massa da carga de esferas (g)	Agregado ensaiado
Agregado Grosso	10 / 14	11	4690 - 4860	
Balastro (Anexo A)	31,5 / 50	12	5120 - 5300	
Frações alternativas (Anexo B)	11,2 / 16	12	5120 - 5300	
	8 / 11,2	10	4250 - 4420	
	6,3 / 10	9	3840 - 3980	
	4 / 8	8	3410 - 3540	
	4 / 6,3	7	2930 - 3100	
Reciclado (Anexo G)	16 / 31,5	14	5810 - 6010	

Agregado Grosso (frações alternativas e agregado reciclado)	M	Massa da amostra antes do ensaio (5000 ± 5) (g)	
	m	Massa do agregado retido no peneiro 1,6 mm (g)	
	$LA = (5000 - m) / 50$	Coefficiente de Los Angeles	
Balastro (Anexo A)	$M_{RB}$	Massa da amostra antes do ensaio (10000 ± 100) (g)	
	m	Massa do agregado retido no peneiro 1,6 mm (g)	
	$LA_{RB} = (10000 - m) / 100$	Coefficiente de Los Angeles	

Observações:

Requerente:	Obra:
	Ref. da Amostra:
	Origem:
	Recolha:
	Data de Recolha:
	Data de Receção:

<b>AGREGADOS</b>  Equivalente de Areia  Norma de Ref.: EN 933-8:2012+A1:2015	Bofetim n.º: SE.	Data:
	Data de ensaio	
	Inicial:	Final:
	Pág. 1/1	

Descrição do material ensaiado:	Fração 0/2		Fração 0/4	
---------------------------------	------------	--	------------	--

Preparação da amostra	
Teor em água (% de massa seca): w	
Massa inicial da amostra (g): M <sub>1</sub>	
Massa da amostra lavada no #0,063 mm e seca (g): M <sub>2</sub>	
Teor de finos (%): $f = 100 - (M_2(100+w)) / M_1$	

Ensaio		Provete 1	Provete 2
Massa do provete (g): M <sub>T</sub>			
Temperatura do provete (°C)			
h <sub>1</sub> (mm)			
h <sub>2</sub> (mm)			
$SE(10) = (h_2/h_1) \times 100$	Valores individuais	-	-
	Média	-	
$SE_4 = (h_2/h_1) \times 100$	Valores individuais	-	-
	Média	-	

Observações:

Teor em água determinado de acordo com a EN 1097-5.

Requerente:	Obra: Ref.º da amostra: Recolha: Data de recolha/ recepção:
-------------	--

<b>AGREGADOS</b>  Determinação do Teor Total de Enxofre  Norma de Ref.: EN 1744-1:2009+A1:2012 (Secção 11)	Boletim nº: TTE. Data:  Pág. 1/1
--	---

Teor total de enxofre no agregado	S (%)	
-----------------------------------	-------	--

Observações:
--------------

Data de ensaio: Inicial: Final:	Ensaiou:	Responsável Técnico:  (Alves Ribeiro, Eng.)
---------------------------------------	----------	---

Requerente:	Obra:  Ref.º da amostra: Recolha: Data de recolha/ recepção:
-------------	--

<b>AGREGADOS</b>  Determinação de Sais de Cloreto Solúveis em Água utilizando o Método de Volhard  Norma: EN 1744-1:2009 + A1:2012 (secção 7)	Boletim nº: DCAG.000.000.00 Data: 00/00/0000  Pág. 1/1
---	---

Teor de cloreto do agregado	C (%)	
-----------------------------	-------	--

Observações:
--------------

Data de ensaio:  Inicial: 00/00/0000 Final: 00/00/0000	Ensaiou:	Responsável Técnico:  (Alves Ribeiro, Eng.)
---	----------	---

Requerente:	Obra: Ref. da Amostra: Recolha: Data de Recepção/Recolha:
-------------	--

<b>AGREGADOS</b> Índice de Achatamento Norma de Ref. EN 933-3:2012	Boletim n.º: IACH. Data: Pág. 1/1
--	---

Massa do provete (M <sub>0</sub> )	=	(0,1g)
Massa retida no peneiro de 80 mm	=	(0,1g)
Massa passada no peneiro de 4 mm	=	(0,1g)
Soma das massas rejeitadas	=	(0,1g)

Peneiração em peneiros de ensaio		Peneiração em peneiros de barras		F <sub>i</sub> = (m <sub>i</sub> / R <sub>i</sub> ) x 100
Fracção granulométrica d/D <sub>i</sub> (mm)	Massa (R <sub>i</sub> ) da fracção granulométrica d/D <sub>i</sub> (g)	Largura nominal da ranhura no peneiro de barras (mm)	Massa que passa pelo peneiro de barras (m <sub>i</sub> ) (g)	
63/80		40,0		
50/63		31,5		
40/50		25,0		
31,5/40		20,0		
25/31,5		16,0		
20/25		12,5		
16/20		10,0		
12,5/16		8,0		
10/12,5		6,3		
8/10		5,0		
6,3/8		4,0		
5/6,3		3,2		
4/5		2,5		
M <sub>1</sub> =ΣR <sub>i</sub>		M <sub>2</sub> =Σm <sub>i</sub>		

$F_i = (M_2 / M_1) \times 100$	=	#DIV/0!
--------------------------------	---	---------

$100 \times [(M_0 - \{\Sigma R_i + \Sigma(\text{massas rejeitadas})\}) / M_0]$	=	#DIV/0! (%)
Se < 1% Ensaio Válido Se ≥ 1% Ensaio Não Válido		

Observações:
--------------

Data de ensaio: Inicial: Final:	Ensaiou:	Responsável Técnico:  (Alves Ribeiro, Eng.)
---------------------------------------	----------	---