

GROUTS

Características e cuidado na aplicação

Ao cimento, quando adicionada água, designamos por calda, adicionando inertes finos designamos por argamassa, adicionando inertes grossos designamos por betão, e adicionando armadura designamos por betão armado. A base de todos é o cimento e este é inequivocamente um dos recursos mais importantes na evolução da construção. Com a variabilidade de exigências impostas no setor, foram surgindo derivações, sempre com o objetivo de algum tipo de otimização, quer com melhores características para um mesmo tipo de produto, quer para manutenção de características com redução do custo. O grout, tema deste texto, é uma dessas derivações. Enquadrado no campo das argamassas, é vulgarmente designado por argamassa de elevada trabalhabilidade e prestações mecânicas com retração controlada. Existem várias soluções de grouts no mercado, com características distintas para diferentes aplicações. Serão abordados os grouts utilizados por vazamento e para as ancoragens e selagens de equipamentos, estruturas ou elementos metálicos, em elementos de betão.

Neste âmbito, o grout é utilizado como uma “extensão” do elemento do betão, num local de transição cujas características do betão não garantem a transmissão de esforços pretendidas entre ele e os elementos metálicos. Os valores comuns de resistência à compressão do grout são significativamente superiores aos dos betões mais utilizados, pelo que esta não será a característica de maior relevância para a sua utilização. De uma forma simplista, a elevada fluidez e retração são as variáveis que se impõem à escolha do grout, ambas com o mesmo objetivo: a compacidade desta transição entre o betão e o elemento metálico. A fluidez vem no seguimento da mistura fresca conseguir preencher por gravidade os espaços confinados, e a retração garantir que este preenchimento não é afetado pelas variações volumétricas associadas ao processo de cura da mistura cimentícia. Sobre a retração, destaco que o grout é com alguma frequência referido como uma argamassa sem retração, quando na realidade tem retração, mas é um produto de retração compensada.

O grout é formulado de modo a que, no processo de endurecimento e cura, expanda tanto quanto o necessário para compensar as perdas de volume associadas às reações de hidratação. Usualmente, os diferentes grouts no mercado apresentam limites máximos de expansão após endurecimento, variáveis conforme o tipo de produto, não excedendo os 3% do volume. Este desempenho é conseguido adicionando ao cimento, agregados e aditivos específicos, conforme as características que se pretendam modificar.

Os grouts têm marcação CE, enquadram-se na norma europeia EN 1504-6:2006 (norma portuguesa “NP EN 1504-6:2008 Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão - Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade. Parte 6: Ancoragens de armaduras de aço”).

Numa verificação ao mercado, foram selecionados nove grouts diferentes, e foi elaborada uma comparação entre as várias características divulgadas pelos respetivos fabricantes na documentação técnica (ver **Tabela 1**).

Verificamos que fabricantes diferentes divulgam características diferentes (ex: apenas 5 em 9 divulgam a expansão máxima), e mesmo em características iguais, apresentam valores que não podem ser cegamente comparáveis, uma vez que foram obtidos com referenciais normativos diferentes. Esta comparação permite, no entanto, selecionar o produto que se procura e aplicação pretendida, face às limitações de cada um, sejam elas a espessura de aplicação, a resistência à compressão ou outra.

Na seleção do produto, há que ter em consideração o custo que indiretamente é afetado pelo consumo. Numa análise grosseira, e considerando preços de venda ao público ou antigas compras afetadas pela inflação, percebemos que os nove produtos selecionados têm um custo por metro cúbico entre 900€ e 2700€, o que corresponde a uma variação de 200%.

Tabela 1: Análise comparativa a vários grouts disponíveis no mercado.

ID	DOP (EN 1504-6)	RESISTÊNCIA COMPRESSÃO 28 DIAS		RESISTÊNCIA COMPRESSÃO 28 DIAS		TENSÃO DE ADERÊNCIA		EXPANSÃO MÁXIMA	ESPESSURA APLICAÇÃO		CONSUMO kg/m ³
		VALOR	NORMA ENSAIO	VALOR	NORMA ENSAIO	VALOR	NORMA ENSAIO		MÍN.	MÁX.	
GROUT 01	Sim	-68MPa	EN 196-1	9,5MPa	EN 196-1	S.I.	S.I.	3%	10mm	30mm	2300
GROUT 02	Sim	≥50MPa	EN 12190	≤8,0MPa	EN 1015-11	S.I.	S.I.	<0,17%	30mm	80mm	2000
GROUT 03	Sim	-80MPa	EN 12190	-10MPa	EN 12190	≥2,0MPa	EN 1542	S.I.	10mm	125mm	2000
GROUT 04	Sim	≥50MPa	S.I.	≤5,0MPa	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	10mm	50mm	2000
GROUT 05	Sim	≥75MPa	EN 12190	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	30mm	80mm	2100
GROUT 06	Sim	-70MPa	EN 196-1	8,2MPa	EN 196-1	S.I.	S.I.	0,80%	20mm	50mm	1900
GROUT 07	Sim	-95MPa	EN 196-1	-20MPa	EN 196-1	S.I.	S.I.	2%	10mm	300mm	2066
GROUT 08	Sim	62MPa	S.I.	8,5MPa	S.I.	1,0MPa	S.I.	S.I.	10mm	300mm	2200
GROUT 09	Sim	77MPa	EN 196-1	10,3MPa	EN 196-1	S.I.	S.I.	2%	12mm	100mm	2033

(S.I. - Sem Informação)

PREPARAÇÃO DA BASE

Na generalidade dos grouts cimentícios, a aderência ao betão é essencialmente mecânica entre superfícies. Neste sentido, é importante a sua limpeza, nomeadamente a remoção de sujidades, poeiras e quaisquer partículas soltas, mas também garantir o aumento da superfície de contacto entre os materiais, ou seja, atribuir rugosidade à superfície de base. Há que garantir que produtos superficiais de curas ou descofrantes sejam removidos para não afetarem a aderência do grout. Na **Figura 1**, é apresentada uma superfície demasiado polida, que não garante a adesão mecânica do grout, enquanto que na **Figura 2**, está garantida uma boa rugosidade. Na **Figura 3** verificamos a existência de uma fissura na transição entre o betão e o grout que, após inspeção, se identificou um som seco ao toque, indiciando a não aderência entre os dois materiais.



Figura 1: Maciço de betão com acabamento liso na futura superfície de contacto com o grout.

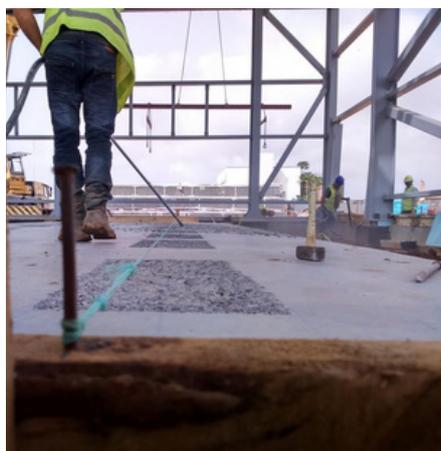


Figura 2: Picagem para atribuição de rugosidade à futura superfície de contacto com grout.



Figura 3: Fissura na transição entre o betão e o grout.

Numa abordagem de aprendizagem, conduzimos um ensaio expedito de aderência aparente e análise de complexidade de execução, simulando a execução de um maciço de betão com quatro amostras iguais, mas com acabamentos superficiais diferentes (**Figura 4**). A **Tabela 2** apresenta os resultados, sendo evidente a necessidade de rugosidade para a aderência entre os dois materiais.



Figura 4: Simulação de aderência e execução entre diferentes tipos de acabamentos de superfície de betão.

Tabela 2: Resultados do ensaio identificado na Figura 4.

ACABAMENTO	<i>Superfície acabada com a talocha</i>	<i>Superfície raspada a vassoura</i>	<i>Superfície com desativante de superfície</i>	<i>Superfície com o acabamento após vibração do betão</i>
DIFICULDADE DE EXECUÇÃO 0 - Sem dificuldade 5 - Muita dificuldade	1	2	4	0
ADERÊNCIA	NOK (fissura na zona de transição)	OK	OK	NOK (fissura na zona de transição)

O betão deve ainda ser saturado com água, para que a água da amassadura do grout não transite para o betão, podendo assim prejudicar a cura. Dependendo do fabricante do grout, o período de pré-saturação varia, pelo que se recomenda pelo menos 6 horas para garantia da saturação integral dos poros do betão. Imediatamente antes da aplicação do grout, a água da superfície deve ser removida, inclusive das depressões que atribuem a rugosidade.

Ainda no campo da preparação, há que referir que os princípios da limpeza devem ser tidos em consideração em todos os elementos em contacto com o grout, ou seja, elementos ancorados e cofragem. A cofragem, pelo mesmo motivo da manutenção da água da amassadura durante a cura, deve ser estanque e sem saliências que provoquem a migração da pasta.

MISTURA E APLICAÇÃO

A preparação da mistura fresca é crucial para garantir o seu desempenho após cura. A relação água/produto está disponível na ficha técnica do fabricante e deve ser cumprida, pelo que se sugere utilizar um medidor, uma vez que na preparação de pequenas quantidades, a dosagem descuidada pode afetar significativamente a qualidade do produto final. O volume de água mínimo para a quantidade de fabrico pretendida deve ser colocado num recipiente, sendo o grout adicionado em poucas quantidades enquanto se efetua a mistura. A mistura pode ser feita manualmente ou com recurso a um misturador de baixa rotação (ver **Figura 5**). A duração recomendada da mistura varia entre fabricantes, tendo como referência o valor de 3 a 5 minutos. Poderá ser adicionada água aquando da mistura, desde que não seja excedida a quantidade máxima recomendada. É essencial que a mistura fresca fique homogênea para ser aplicada.

A aplicação deve ter em consideração o tempo de vida útil da mistura, conhecido como "Pot life", que conforme o produto, pode variar entre 90 minutos ou 10 minutos. A mistura fresca deve ser vertida por gravidade (**Figura 6**), de forma lenta, de modo a que a sua fluidez percorra e preencha o volume previsto. Recomenda-se a aplicação apenas num local do elemento para reduzir a probabilidade de retenção de ar ocluído entre duas frentes de vazamento.



Figura 5: Mistura com recurso a meio mecânico.



Figura 6: Aplicação de grout por vazamento.

CURA

O processo de cura de um grout é semelhante ao de uma argamassa ou betão. Sendo o grout uma argamassa que desenvolve resistência rapidamente, é razoável perceber que uma falha na cura num período inicial afeta significativamente as características espectáveis para o produto final. Logo que a mistura fresca apresente coesão suficiente, deve ser humedecida. Para garantir a permanência da água necessária ao desenvolvimento das reações químicas, os locais onde foi aplicado o grout devem ser protegidos de temperaturas que provoquem a evaporação, através da colocação de barreiras à evaporação (ex: filme plástico), ou retentores de humidade (ex: geotêxtil permanentemente humedecido, ver **Figura 7**). Durante este processo as superfícies devem também ser protegidas da chuva ou poeiras sob pena de prejudicar o acabamento final.



Figura 7: Cura grout aplicado em maciços, com recurso a geotêxtil permanentemente humedecido.

CONTROLO DE QUALIDADE

A verificação da conformidade visual dos produtos e do processo é algo que deve estar inerente a qualquer atividade na construção, com ou sem registo. Não sendo obrigatória qualquer verificação por ensaio, sugere-se que os ensaios sejam considerados numa abordagem a dois níveis: um primeiro nível, através de verificações expeditas e um segundo nível com verificações por ensaios, caso seja necessário aferir algumas características específicas, quer para confirmação, quer no seguimento de alguma patologia (ver **Tabela 3**).

Tabela 3: Controlo de qualidade sugerido para a aplicação de grout.

Nível 1: Verificação Visual	
Fissuras	Verificação visual da existência de fissuras, do seu padrão e expressividade.
Delaminação/ocos	Verificação por percussão com martelo, da existência de sons estridentes ou vibrações não homogêneas.
Nível 2: Verificação por ensaios	
Ensaio de aderência "pull off"	Verificação no produto aplicado, curado, da aderência ao betão. Norma de referência EN1542
Ensaio de resistência à compressão	Verificação em provetes curados, recolhidos da mistura fresca, da resistência à compressão. Norma de referência EN12190
Ensaio de fluidez	Verificação da trabalhabilidade da mistura fresca. Norma de referência EN 13395-1

O acompanhamento da aplicação de grout nos mais diversos cenários e ambientes, com um conjunto de trabalhadores diversificado, leva-nos a concluir que o descuido que ocorre com maior frequência corresponde à preparação da base.

Há vários anos, talvez por força do assertivo acompanhamento ao betão, que identificamos cuidado na dosagem de água e cura, contudo, a interface do grout com o betão é crucial para o desempenho e raramente está relacionada com os produtos em si, mas com a superfície, verificação que passa comumente esquecida. O betão está conforme, o grout está conforme, mas a interface entre eles não é cuidada o suficiente para garantir que estes têm o desempenho conjunto previsto.

A formação aos executantes é essencial, e esta deve incluir a apresentação, não dos cuidados a ter, mas do motivo, para que possam executar a atividade de forma consciente.

Este texto tem como referência a experiência no acompanhamento de trabalhos relacionados e a documentação técnica disponibilizada pelos vários fabricantes.

Eng.º Samuel Carreira
Coordenador Técnico