



**José Paulo Maia Costa**  
s.t.a.p, S.A.

## **O betão projectado na reabilitação estrutural – uma boa escolha.**

### **1- Introdução**

O betão projectado, técnica de colocação de betão por jateamento a alta velocidade, aplica-se com grande sucesso na reabilitação do betão armado.

O processo de degradação do betão armado é normalmente epidérmico, sendo afectada a camada de recobrimento das armaduras e mais alguns centímetros para além destas.

A reparação corrente do betão armado consiste na remoção do betão contaminado, por cloretos ou simplesmente carbonatado, o tratamento das armaduras corroídas, normalmente por decapagem e sua complementação por empalme, e finalmente a reconstrução da camada de betão removido, com correcção do recobrimento, quer em termos de espessura quer em termos de características técnicas como sejam a impermeabilidade à água, a resistência á penetração de cloretos e à carbonatação.

É nesta última fase de revestimento da estrutura que o betão projectado revela características particularmente adequadas.

### **2- Características do betão projetado**

O betão projectado consiste na aplicação por projecção a alta velocidade de um betão convencional, com apenas limitações na máxima dimensão do agregado.

Basicamente dividir-se a projecção em via seca e via húmida conforme o betão é transportado, até ao canhão de projecção, seco (esquema do equipamento na figura 1) ou já misturado com água.

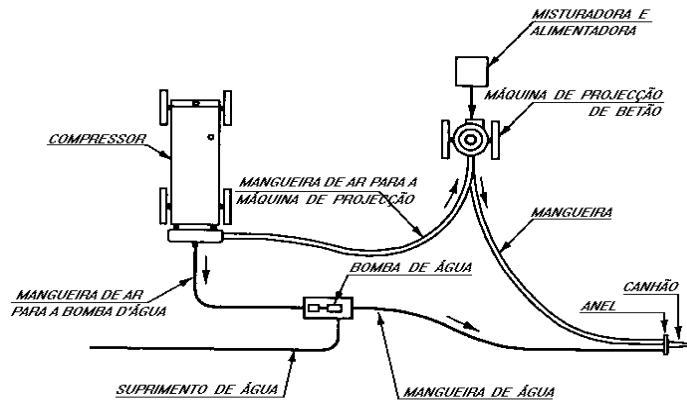


Figura 1 – Equipamento para projecção de betão por via seca.

Normalmente o betão projectado por via seca é mais apropriado para a reabilitação estrutural por oferecer um débito menor, mais regular e com maior velocidade de projecção, resultando um produto final mais homogéneo e sendo mais fácil garantir o total envolvimento das armaduras.

Dentro da via seca, segundo o tipo de equipamento utilizado, pode ainda subdividir-se em projecção com máquinas de câmara dupla e máquinas de tambor. As máquinas de câmara dupla permitem um jacto mais homogéneo e regular, com o aspecto de um “spray” como se pode ver na figura 2, sendo em minha opinião as mais apropriadas para a aplicação de betão em operações de reparação e reforço do betão armado.



Figura 2 – aplicação de betão projectado por via seca com máquina de câmara dupla na reparação de um pilar de uma ponte.

Consideramos então apenas o betão projectado por via seca por máquinas de câmara dupla há primeiramente que estudar a composição a escolher para a projecção.

Normalmente opta-se por utilizar material com um módulo de finura da ordem dos 5 mm, quer por limitações do equipamento (mangueira de projecção com diâmetro interior de 38 mm) quer por razões técnicas relacionadas com a espessura da aplicação normalmente da ordem dos 5 a 10 cm.

É normal utilizar uma dosagem de cimento, do Tipo I classe 42.5, da ordem dos 350 Kg/m<sup>3</sup> ao qual se adiciona 10% de microssilica e 2 Kg de fibras de polipropileno. Com esta composição conseguem-se resistências mecânicas à compressão da ordem dos 50 MPa, valores muito baixos de permeabilidade à água, baixa porosidade aberta (< 10 %) e elevada resistência à penetração de cloretos e à carbonatação.

Associadas a estas características, e com relações A/C normais da ordem de 0.35 na via seca, obtém-se um material de reparação com baixa retracção e química e fisicamente compatível com o elemento de betão armado a reparar ou reforçar.

Graças à alta velocidade de projecção garante-se ainda uma elevada aderência do betão projectado à base (normalmente com valores superiores a 1,5Mpa) e consegue-se, com operadores devidamente qualificados, garantir o perfeito envolvimento das armaduras (figura 3).



Figura 3 – Carote de betão projectado após ensaio de arrancamento.

### **3- Vantagens e desvantagens do Betão Projectado em trabalhos de reparação e reforço**

As vantagens prendem-se necessariamente com a economia, resultante do elevado rendimento da projecção face á aplicação manual de argamassas de reparação, com a dispensa de cofragem, e com a garantia de qualidade resultante de uma aplicação contínua e de uma compactação elevada do material projectado, com uma excelente aderência ao betão a revestir ( como se pode verificar na figura 3 em que se exhibe um carote resultante de um ensaio de arrancamento em que há uma perfeita aderência ao betão original, de agregados de maior dimensão).

É ainda uma significativa vantagem o facto de se poder utilizar na composição do betão projectado os agregados locais, minimizando os custos em transporte.

As desvantagens advêm de ser um processo que produz bastante poeira, resultante do retorno de material, a que se associa a perda de cerca de 40% do material passado na máquina por ricochete, não sendo portanto aplicável em espaços fechados habitados, como seja a reparação do interior de edifícios habitados.

O aspecto final da superfície é tendencialmente rugoso, (fundo da figura 3), a menos que se faça posteriormente a aplicação de uma argamassa projectada afagada, conforme figuras 4 e 5. É importante não afagar a camada interior do betão projectado – camada estrutural – para não prejudicar a aderência.



Figura 4 – Aspecto final da reparação de uma ponte-cais com betão projectado



Figura 5 – Aspecto final da reparação de um edifício com betão projectado afagado e pintado.

#### 4- Controlo da qualidade

A aplicação de betão por projecção é um processo em que a qualidade do produto final depende fortemente da qualificação do operador.

É assim recomendável seguir um modelo coerente de qualificação dos operadores, por exemplo o definido pelo American Concrete Institute.

A qualificação consiste numa primeira etapa de formação, que poderá durar cerca de dois anos, em que o operador tem formação teórica e segue um aprendizado prático com operadores já qualificados.

Quando o aprendiz está preparado é sujeito a exame teórico e prático para a obtenção da qualificação que será objecto de renovação periódica.

O controlo da qualidade do produto final é realizado em carotes retirados de painéis de ensaio (figura 6) realizados durante a obra.



Figura 6 – Execução de painel de ensaio.

Os carotes são normalmente sujeitos a ensaios de resistência mecânica, de permeabilidade à água, de absorção de água e de difusão de cloretos.

Paralelamente é importante realizar ensaios “in situ” de aderência do betão projectado e o controlo rigoroso da espessura de recobrimento das armaduras.

## **5 – Conclusão**

O betão aplicado por projecção por via seca com máquina de câmara dupla é uma boa escolha para a reparação ou reforço por encamizamento do betão armado, devendo no entanto ser aplicado por operadores qualificados e rigorosamente controlado em termos da composição e das características do produto final em ensaios “in situ” e laboratoriais.