

REGIONAL DO IBRACON - GOIÂNIA

CONCRETO PROJETADO

Geol. Carlos de Oliveira Campos

Desde o início do século se usa no mundo o concreto projetado e no Brasil desde a década de 60. Vem da língua inglesa a expressão *gunite*, como também é conhecido, termo que lembra uma pistola ou um canhão.

Devido a características próprias, se presta a inúmeras aplicações, onde requer o uso de formas especiais ou em locais de acesso complicado que dificultam ou encarecem o serviço. É também o mais indicado, se não o único, para realização de concretagens urgentes em socorro de estruturas acidentadas.

Basicamente pode ser de dois tipos; projeção por via úmida ou via seca. Na via úmida o concreto pronto é introduzido na máquina para projeção, onde recebe um jato de ar e é lançado contra a superfície a ser concretada. No processo por via seca, a máquina recebe a mistura de cimento e agregados e, por meio de mecanismos de discos alveolares ou câmaras duplas, recebe o fluxo de ar e é transportado seco pelo mangote até o bico de projeção, onde recebe uma injeção, sob pressão, da água necessária controlada pelo operador de projeção ou mangoteiro.

Nos últimos anos têm-se adotado um procedimento que melhorou e facilitou a projeção via seca. Consiste no pré-umedecimento da mistura durante o trajeto até o bico de projeção. O mangote é seccionado a mais ou menos cinco metros antes do bico onde é conectado um dispositivo que permite a injeção da água. Este pré-umedecimento facilita a aplicação, inclusive diminuindo a quantidade de pó gerado na

operação. Reduz também a reflexão – *ribound*, característica dos concretos projetados, onde, a mistura ao ser lançada sob pressão, provoca o ricochete de partículas maiores, alterando inclusive o proporcionamento de agregados do traço e suas propriedades.

A técnica de se usar o concreto projetado traz vantagens e desvantagens. A reflexão de agregados e os deslocamentos, em ambos os processos, que pode chegar a 60% do volume projetado, são os principais inconvenientes do uso desta técnica. No processo por via seca, o controle do fator água/cimento - a/c, fica a critério do operador mangoteiro e o mesmo vai alterando a quantidade de água em função do deslocamento ou mesmo do ricochete. A variação do fator a/c é o que leva determinados consultores ou empresas a optar pelo processo via úmida, que, logicamente não se presta a qualquer situação. No Brasil há uma notória preferência pelo processo via seca. São várias as vantagens de se usar o projetado via seca, como por exemplo, menor consumo de cimento, baixa relação a/c, velocidade de projeção, boa aderência e melhor compactação. Como desvantagens cita-se a maior reflexão, o maior consumo de ar (utilização de compressores de 600 PCM) e maior geração de poeira.

O processo de projeção via úmida permite um melhor controle do fator água/cimento, que resulta uma maior uniformidade tanto do produto como no acabamento da superfície tratada. Há um menor ricochete de agregados, menor consumo de ar, melhor conservação do equipamento, mangotes e bicos, e como apresenta uma maior relação de a/c, para um mesmo consumo, menores resistências.

Tanto em um processo como no outro, o operador mangoteiro é fundamental para garantir a qualidade do processo e do produto final acabado. Há uma norma da ABNT para esta atividade – NBR 13597/96, Concreto Projetado – Procedimento para qualificação de mangoteiro por via seca. Entre outros cuidados, o mesmo deve procurar a projeção com o bico ortogonal à superfície, controlar a distância do bico à superfície procurando eficiência e evitar sobretudo a formação de oclusões (regiões sem adensamento), e em superfícies inclinadas ou verticais, evitar cobrir ou incorporar, o concreto refletido ou deslocado ao projetado.

Para grandes volumes aplicados, túneis por exemplo, é imperiosa a utilização de aditivos, aceleradores de pega e endurecimento, líquidos ou em pó. Neste aspecto o projetado por via úmida apresenta vantagens. Por permitir uma melhor uniformidade, o produto tende a reduzir o consumo de aditivos e apresentar características melhores que o via seca. No entanto o consumo de cimento é maior para as mesmas resistências obtidas no processo via seca.

Equipamento importante na aplicação do concreto projetado é o dosador automático de aditivos. Este equipamento praticamente condiciona o volume produzido em função de sua capacidade dosadora, salientando que o consumo, da ordem de 6% em relação à massa de cimento, impõe uma dosagem contínua de mais ou menos 200 litros/hora, dependendo do modelo e da produção do equipamento.

CAMPOS DE APLICAÇÃO

O concreto projetado é mais indicado para locais especiais como superfícies irregulares, aplicações no bordo inferior de lajes, reforços com aplicações urgentes ou com eliminação do uso de formas. A principal e maior aplicação no entanto é na abertura de túneis, principalmente pelo processo NATM (Novo Método Austríaco de Túneis). A consolidação da abóbada na frente de escavação é conseguida com aplicação sucessivas do concreto projetado.(7) Praticamente a capacidade de lançamento determina o ritmo das escavações.

O grande problema no lançamento, principalmente em túneis, é a geração de pó. Existem braços hidráulicos robotizados para controlar o lançamento de volumes maiores e operação em condições insalubres.

Na construção de grandes barragens, após escavação e limpeza da rocha, o leito e encostas são tratados com concreto projetado, por apresentar boa aderência e preencher bem reentrâncias e cavidades com bom adensamento, antes do lançamento do concreto convencional ou compactado com rolo.

Segundo o Eng.º Sérgio Gonçalves Ferreira, da antiga JATOCRET “*o concreto projetado é a técnica mais recomendada na recuperação e reforço de lajes. Algumas características específicas do método de aplicação, como projeção, auto-sustentável, de baixo cima, faz com que seja altamente indicado e praticamente o único, no reforço de lajes, na parte inferior*”.(3)

Geralmente em sinistros de incêndio, quando recuperáveis, a técnica mais indicada e muitas vezes conveniente é o concreto projetado, conforme ilustra a foto número 1, que mostra a operação de reposição da camada de cobertura de concreto sobre armadura exposta em um pilar de estrutura danificada e exposta.

Foto 1 – Recuperação de pilar de ponte cuja base foi danificada por incêndio de detritos acumulados sob os blocos de fundações.

Recentemente, um novo ramo de aplicações para o concreto projetado é na execução de piscinas de formas irregulares imitando formas da natureza e execução de rochas artificiais e imitações de animais em parques temáticos. Este tipo de aplicação é que provavelmente possibilitou a origem do equipamento e o uso do concreto projetado, no início do século na Pensilvânia, USA.(7) Têm-se recuperado com certa frequência, paredes de canais em processo de degradação executados em

gabiões ou concreto convencional, com projeção de concreto no primeiro terço da altura das paredes do canal.

TRAÇO E MATERIAIS – VIA SECA

Geralmente os traços utilizados em máquinas de projeção para até 6 m³/h, são compostos com areia natural ou artificial e brita zero (D_{máx.} = 12,5 mm). O traço não segue o proporcionamento convencional dos concretos plásticos., a proporção chega a ser inversa, 60% de areia para 40% de brita zero, algumas vezes até peneirada para redução do D_{máx.} Os agregados de maiores diâmetros são os que mais facilmente se refletem com o impacto em superfícies duras como o concreto antigo, rochas ou mesmo a armadura.

Deve-se secar a areia antes de executar a mistura. Trabalhar com areia muito úmida, acima de 3%, pode provocar com mais freqüência o entupimento do sistema. O entupimento é um grande transtorno no rendimento do serviço. A operação de desentupimento consiste em desconectar mangotes e desmontagens de discos para limpeza, o que acarreta atrasos indesejáveis.

O traço genérico mais indicado, geralmente com consumos altos, acima de 400 kg/m³, para projetado via seca, e resistências aos 28 dias da ordem de 25 MPa é, em volume:

Um saco de cimento CP II – 32 (50 kg)

45 litros de brita zero

90 litros de areia média

Mantendo-se este traço e acrescentando-se 4,0 kg de **microssílica** por saco de cimento de 50 kg, atinge-se facilmente resistências acima de 40 MPa aos 28 dias.

Para concretagem de piscinas temáticas, têm-se usado o traço com;

1 saco de cimento CP II – 32 (50 kg)

60 litros de brita zero

100 litros de areia

4,0 kg de microssílica
1,0 litro de polímero acrílico
60 g de fibra de náilon;

onde o concreto é lançado sobre alvenaria armada revestida de tela comum, tipo viveiro, conforme mostra a foto número 2. Salienta-se que a adição de até 10 litros de látex por metro cúbico é uma dosagem reduzida mas que confere características fundamentais a um concreto impermeável. O concreto projetado impregnado com polímero apresenta menor reflexão, menor deslocamento e melhor adensamento.

Qualquer cimento pode ser usado na execução de concreto projetado. É bom lembrar que cimentos tipo ARI (Alta Resistência Inicial) dão respostas mais rápidas às resistências iniciais. Cimentos do tipo CP III e CP IV, com adição de escória ou pozolana, responderão mais lentamente às resistências iniciais.

Foto 2 – Execução de piscina temática. Projeção via seca, em paredes de alvenaria revestidas com telas metálicas. Notar saliências criadas na superfície.

Salienta-se que os traços são indicativos e dependem fundamentalmente do operador (mangoteiro), do controle da água e da granulometria e textura dos

agregados. Seguramente um agregado menos anguloso, granito ou calcário, proporciona um traço com mais trabalhabilidade que um com agregado lamelar ou de formas pontiagudas, caso de algumas jazidas de basalto ou quartzito.

Na execução de rochas artificiais de ornamentação em parques temáticos ou piscinas, não se têm usado aceleradores de pega ou endurecimento. Mesmo em obras de recuperação estrutural, deve-se avaliar bem a necessidade do uso de aceleradores.

Fator importante é a cura do concreto projetado, que deve receber os mesmos cuidados dispensados ao concreto convencional. Têm-se recomendado, quando a obra esta a céu aberto ou exposta, o cobrimento com lonas de polietileno para evitar a evaporação. O concreto impregnado com polímero não deve receber cura úmida nos primeiros dias. Recomenda-se o cobrimento com lona e antes da entrada da estrutura em serviço, esperar o concreto secar para que ocorra a polimerização e formação do filme tridimensional impermeabilizante.

A evidência da impermeabilidade do projetado impregnado com polímero esta na execução de piscinas. Sem tratamento algum após a concretagem, as mesmas se apresentam estanques e sem indícios de infiltrações.

CONTROLES

O controle, tanto do processo como do produto, já são normalizados e visam garantir qualidade e atendimento às expectativas durante e após o lançamento do concreto projetado.

O peneiramento com lavagem da mistura do produto no momento da projeção permite verificar a qualidade do concreto aplicado e o quanto de reflexão (perda do agregado graúdo) está havendo durante a projeção.

No caso de revestimento de túneis, é fundamental a resistência nas primeiras horas (influência dos aceleradores de pega e endurecimento). Nas obras de

recuperação estrutural, para casos sem urgência, o controle se prende à resistência à compressão aos 28 dias em corpos-de-prova extraídos com sonda rotativa. Durante a aplicação, coloca-se uma forma, na forma de bandeja, com medidas aproximadas de 0,50 m X 0,60 m e profundidade compatível à camada que esta sendo aplicada, e, concomitantemente com a aplicação, molda-se a placa na forma. A mesma é deixada no local até o momento da extração dos corpos-de-prova para ruptura. Os painéis de amostras são moldados em formas trapezoidais para facilitar a desforma e reaproveitar o molde.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Concreto Projetado – Reconstituição da Mistura Recém Projetada – NBR 13044/94.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Concreto Projetado – Procedimento para qualificação de mangoteiro por via seca – NBR 13597/96.
- FERREIRA, S. G. Recuperação de Estruturas de Concreto. Informativo Técnico/comercial da empresa JATOCRET Engenharia Ltda. 22 p.
- FIGUEIREDO, A. D. Concreto Projetado por via Seca: O Controle do Processo. In Anais da 35^a REIBRAC, Brasília, DF. Junho de 1993. Vol. I. pp 161-174.
- PRUDÊNCIO Jr, L. R. Concreto Projetado por via seca: Controle da Qualidade do Produto. In Anais da 35^a REIBRAC. Brasília, DF. Junho de 1993. Vol. I. pp 175-188.
- Revista DIRIGENTE CONSTRUTOR. Vol XXIII, número 5, maio de 1987. Editora Visão Ltda. São Paulo. pp 12-15.
- SILVA, P. F. Araújo. Concreto Projetado Para Túneis. Editora Pini Ltda, 1997. São Paulo, pp 94.