CONCRETO PROJETADO EM ESTRUTURAS DE SANEAMENTO

Silvia Leme Peixoto Benites [(1)]

Engenheira civil (UMC), Especialista em Sistema de Gestão Integrados e Patologia na construção Civil (IDD), Gestora da célula de Qualidade dos empreendimentos da RMSP e RMBS - EMC (Sabesp).

Ana Maria Ribeiro [(2)]

Engenheira Civil (FESP), Especialização em Engenharia de Saneamento Básico (FSP - USP), Mestre em Tecnologia Ambiental (IPT), MBA em Saneamento Ambiental (FESPSP). Engenheira do Departamento de Acervo e Normalização Técnica da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Allan Saddi Arnesen [(3)]

Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UFSC), Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE), Especialista em Gerenciamento de Projetos – Práticas do PMI (SENAI), MBA em Gestão de Ativos (ABRAMAN). Gerente do Departamento de Acervo e Normalização Técnica da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Endereço : Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-9541 - e-mail: amribeiro@s abesp.com.br

RESUMO

O concreto projetado desempenha um papel fundamental na construção e manutenção de estruturas de saneamento, sendo amplamente utilizado em diversos projetos de infraestrutura. Essa técnica contribui significativamente para a operação segura e eficiente das instalações de saneamento, garantindo o fornecimento de água limpa e o tratamento adequado de resíduos, essenciais para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável. A Norma Técnica Sabesp (NTS) 162, atualmente em finalização, estabelece critérios mínimos para a produção, execução e aceitação do concreto projetado em estruturas de abastecimento de água e coleta de esgotos. Essa norma proporciona adaptação a formas complexas, rapidez na execução, redução de custos e minimização de impactos ambientais. Suas aplicações incluem revestimentos de túneis, estabilização de taludes e encostas, reparos e reforços estruturais, e elementos autoportantes como tanques e reservatórios. A versatilidade e durabilidade do concreto projetado o tornam uma escolha frequente para diversas aplicações. A publicação e implementação da NTS 162 trará vantagens significativas, incluindo padronização, qualidade, inovação contínua, proteção e conservação de ativos, além de contribuir para a segurança operacional.

PALAVRAS-CHAVE: concreto projetado, controle de qualidade, controle de produção

INTRODUÇÃO

O concreto projetado, também conhecido como concreto lançado ou *shotcrete*, tem sido uma técnica fundamental na construção civil ao longo dos séculos. Sua história remonta aos tempos antigos, quando civilizações como os romanos utilizavam misturas de cal e pozolana para construir estruturas duráveis, como aquedutos e cúpulas.

No entanto, foi somente no final do século XIX que o conceito moderno de concreto projetado começou a emergir. O engenheiro americano Carl Akeley desenvolveu uma técnica para aplicar argamassa de cimento usando ar comprimido, inaugurando uma nova era na construção de estruturas resistentes e duráveis. Inicialmente utilizada em aplicações de revestimento e reparo, essa técnica rapidamente se expandiu para uma variedade de outros usos.

A evolução do concreto projetado foi especialmente notável nas obras de saneamento. Com o crescimento das cidades e o aumento da demanda por infraestrutura de água e esgoto no século XX, o concreto projetado tornou-se essencial para a construção de túneis, poços, reservatórios e estações de tratamento. Sua capacidade de se adaptar a formas complexas, resistir à corrosão e suportar condições adversas o tornou ideal para os ambientes desafiadores dessas instalações.

Ao longo das décadas, avanços significativos foram feitos na tecnologia do concreto projetado. Novos métodos de projeção, aditivos de mistura e equipamentos de aplicação foram desenvolvidos, aumentando a eficiência e a qualidade

das estruturas construídas. Além disso, a compreensão dos materiais e processos envolvidos na aplicação do concreto projetado evoluiu, resultando em melhorias na durabilidade, resistência e desempenho das estruturas.

Hoje, o concreto projetado desempenha um papel crucial nas obras de saneamento, garantindo a construção de infraestruturas robustas e confiáveis, essenciais para a saúde pública e o bem-estar das comunidades.

Sua história de inovação e evolução reflete não apenas o progresso na engenharia civil, mas também o compromisso contínuo em fornecer soluções eficazes e sustentáveis para os desafios do abastecimento de água e tratamento de resíduos.

A elaboração da Norma Técnica Sabesp (NTS) 162 surge como um marco para consolidar as melhores práticas de engenharia, estabelecendo critérios claros e uniformes para a produção, execução e aceitação do concreto projetado em estruturas de saneamento.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de atualização da Norma Técnica Sabesp (NTS) 162 (2001), que inicialmente focava no uso do concreto projetado em túneis, e elaborar uma nova norma mais abrangente. Esta nova norma pretende expandir a aplicação do concreto projetado para diversas estruturas de saneamento, garantindo sua utilização em múltiplas e variadas situações dentro do setor.

METODOLOGIA UTILIZADA

A atualização da norma NTS 162 foi fundamentada em uma abordagem abrangente para garantir a eficácia e a aplicabilidade da norma.

- **Identificação da necessidade:** o primeiro passo consistiu em reconhecer a necessidade de revisar e atualizar uma norma já existente, a qual restringe o uso do concreto projetado exclusivamente a túneis. O objetivo foi torná-la mais abrangente, estabelecendo requisitos para o uso de concreto projetado em uma variedade de estruturas de saneamento.
- **Formação de Comissão de Estudos (CE):** para iniciar o processo, foi utilizado o procedimento empresarial da Sabesp e estabelecida uma CE, com profissionais-chave, com vasta experiencia no tema, encarregados de colaborar na elaboração conjunta do texto-base da norma.
- **Referencias normativas**: a norma apresenta a uma lista abrangente e essencial de referências para orientar seu uso e aplicação de forma precisa e eficaz, incluindo métodos e testes, procedimentos de medição e critérios de monitoramento e aceitação, isso ajuda a garantir que a técnica realizada esteja de acordo com os padrões já estabelecidos em outras Comissões de Estudos.
- **Base de procedimentos e normas:** a norma foi cuidadosamente elaborada e aprimorada com base na norma especifica para concreto projetado específica para túneis (NTS 162) e com extensas pesquisas nacionais e internacionais. Esse processo de atualização assegura- que as práticas estejam alinhadas com os mais recentes e melhores padrões, impulsionamento o avanço tecnológico, garantindo qualidade dos serviços e reforçando a segurança operacional.
- **Experiências teóricas e práticas na execução**: a comissão de estudos selecionada contribuiu com uma valiosa combinação de experiencia teórica e prática para as discussões. Isso permitiu uma análise abrangente e fundamentada, incorporando tanto conhecimentos teóricos quanto insights práticos para aprimorar as estratégias e abordagens
- **Elaboração do texto:** com base no texto da NTS 162 (existente), referências técnicas, revisão de literatura, padrões das melhores práticas e experiência dos membros da CE, para garantir seu uso efetivo, atualizado e alinhado com os padrões globais, quando aplicáveis.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Comissão de Estudos (CE) foi estabelecida pelo Departamento de Acervo e Normalização Técnica da Sabesp, com representantes das diretorias de Operação e Manutenção, bem como da Engenharia e Inovação. Sua primeira reunião ocorreu em março de 2023. Durante esse encontro inaugural, foi estabelecido como premissa principal que o foco da comissão deveria ser estritamente técnico e fundamentado em boas práticas consolidadas.

A Norma Técnica Sabesp162 foi elaborada com o objetivo central de estabelecer critérios e requisitos mínimos para a produção, execução e aceitação do concreto projetado em estruturas relacionadas ao abastecimento de água e coleta de esgotos, todas sob a jurisdição da Sabesp. Inicialmente concebida como uma norma específica para obras de tuneis. Sua adaptação representa um marco, resultando em uma nova versão mais robusta e com ajustes que abrem a possibilidade para outros usos em estruturas de saneamento.

A organização da norma foi delineada em capítulos distintos, a saber: Objetivo; Referencias Normativas; Definições; Requisitos Gerais; Processo de Projeção; Dosagem; Equipamentos de Projeção; Preparação da Superfície; Projeção; Cura do Concreto; Controle de qualidade da produção e Critérios de Aceitação e Rejeição. Em linhas gerais, a nova norma atualiza e adequa os seguintes principais tópicos a saber:

a) OCESSOS DE PROJEÇÃO: os processos de projeção do concreto projetado são métodos empregados para aplicar o concreto em superfícies verticais ou horizontais de forma controlada e precisa. Esses processos envolvem o uso de equipamentos especiais, como máquinas de projeção, que lançam o concreto a alta velocidade sobre a superfície alvo.

   Existem basicamente dois processos de projeção do concreto:

   - Projeção via Seca: realiza-se a pré-mistura dos constituintes secos do concreto, como cimento, adições, aditivos em pó e agregados, os quais são transportados até o bico do equipamento de projeção. No momento da projeção, a água (e, se necessário, o acelerador líquido) é adicionada. Nesse processo, o concreto é misturado com ar comprimido antes de ser projetado. Este processo é mais adequado para superfícies horizontais e proporciona uma aplicação mais controlada e uma maior resistência inicial.

   - Projeção via Úmida: a via úmida inclui primeiro a mistura completa e a introdução de todos os ingredientes, incluindo água, no equipamento de concreto projetado. Em seguida, o material úmido é bombeado para o bocal onde o ar comprimido é introduzido para fornecer colocação e consolidação do material em alta velocidade na superfície receptora. Essa mistura é projetada sobre a superfície, resultando em uma mistura úmida que adere à superfície de forma imediata e é comumente utilizado em superfícies verticais e em áreas de difícil acesso.

   Ambos os métodos têm suas aplicações específicas, dependendo das características da superfície a ser revestida, das condições ambientais e dos requisitos de resistência e durabilidade do concreto.

b) DOSAGEM: a dosagem no processo de concreto projetado refere-se à proporção dos materiais constituintes do concreto, que são misturados para formar a mistura de concreto projetada. O estudo de dosagem deve ser realizado em condições semelhantes às de campo e executado ensaios prévios para verificação da conformidade com os parâmetros exigidos pelas normas vigentes e estabelecido no projeto executivo da obra em questão.

A **Tabela 1** mostra quais são os ensaios obrigatórios:

Tabela 1 – Estudos preliminares – Ensaios obrigatórios

ENSAIOS	TOLERANCIAS RELATIVAS AOS ESTUDOS DE DOSAGENS (%)
Reconstrução da mistura recém-projetada (BNB 13044) Teor de água Teor de cimento Teor de agregados	 ± 10% ± 10% ± 15%
Massa específica (seca ou saturada), 7 dias de idade	≥ 97%
Resistência à compressão axial aos 7 dias de idade * (média de três exemplares) **	≥ 95% da média
* A critério das partes envolvidas, pode ser adotada outra idade de referência; para idades a 7 dias, a resistência à compressão axial deve superar o valor especificado pelo projeto. * Não devem ser considerados valores individuais que difiram da média em ± 15%.	

Fonte: Projeto da NTS 162: Concreto Projetado para Estrutura de Saneamento

Uma dosagem bem executada é essencial para garantir que o concreto projetado tenha as características necessárias para resistir às condições de serviço e alcançar a vida útil desejada da estrutura.

c) EQUIPAMENTOS DE PROJEÇÃO: existem vários tipos de equipamentos disponíveis no mercado para a projeção de concreto, cada um com suas características específicas e aplicações adequadas, e podem ser para projeção de via úmida ou via seca. O equipamento de projeção deve garantir a alimentação constante do material (mistura) e que o concreto projetado tenha fluxo denso e constante com baixa pulsação, a fim de obter uma camada homogênea de concreto projetado. A escolha do equipamento de projeção deve levar em consideração as dimensões dos agregados. Esses equipamentos podem variar em tamanho, capacidade, alcance e recursos adicionais, dependendo das necessidades específicas do projeto e das condições de trabalho.

d) PREPARAÇÃO DA SUPERFICIE: a preparação da superfície para o concreto projetado é um passo crucial para garantir uma aderência adequada e durabilidade do revestimento. Os seguintes passos geralmente são seguidos para preparar a superfície: limpeza da superfície; remoção de materiais soltos, tratamento da superfície danificada; umidade da superfície. No entanto, esse preparo irá depender do tipo de superfície (solo, rocha, concreto, alvenaria e armadura). Ao seguir esses passos e garantir uma preparação adequada da superfície, é possível obter uma aderência sólida e duradoura do concreto projetado, resultando em uma superfície de alta qualidade e resistência.

e) PROJEÇÃO: a aplicação do concreto projetado requer cuidados específicos para garantir uma cobertura uniforme, aderência adequada e durabilidade da camada de concreto. O bico de projeção deve ser posicionado de forma a direcionar o jato perpendicularmente à superfície de aplicação. A distância entre o bico e a superfície deve ser de aproximadamente um metro, para garantir maior compactação e minimizar a reflexão do material. A aplicação deve ser realizada em movimentos circulares a ovais. Para superfícies verticais ou inclinadas, a aplicação deve ser iniciada de baixo para cima. O concreto é projetado sobre a superfície usando equipamentos específicos para cada tipo de estrutura.

f) CURA DO CONCRETO: após a aplicação, o concreto projetado deve ser adequadamente curado para garantir o desenvolvimento máximo de resistência e durabilidade. Isso geralmente envolve a aplicação de métodos de cura úmida ou a cobertura da superfície com membranas de cura. Sempre que o concreto estiver submetido a um ambiente com umidade relativa inferior a 85%, este deve ser submetido à cura com aspersão de água. Recomenda-se evitar o uso de cura química em áreas onde será aplicada uma camada adicional de concreto projetado, a fim de preservar a adesão entre as camadas. Isso se deve à dificuldade de remover o composto de cura caso seja necessário aplicar uma nova camada de concreto projetado com aderência adequada. Para garantir a aderência, é necessário realizar jateamento abrasivo para remover o composto de cura antes de aplicar a próxima camada. Portanto, é mais viável utilizar esses compostos apenas na camada final. Ao seguir esses passos e procedimentos, é possível obter uma aplicação bem-sucedida do concreto projetado, resultando em uma superfície de alta qualidade e desempenho duradouro.

g) CONTROLE DE QUALIDADE DA PRODUÇÃO: o controle de qualidade de produção do concreto projetado é essencial para garantir que o material atenda aos requisitos de desempenho e durabilidade do projeto. A empresa que vai realizar os serviços deve verificar a qualidade dos materiais componentes do concreto projetado por intermédio empresas cujos laboratórios tenham os ensaios previstos nesta norma, acreditados pelo INMETRO, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025. Ao implementar um sistema abrangente de controle de qualidade de produção, é possível garantir a consistência, confiabilidade e conformidade do concreto projetado com os requisitos do projeto e os padrões de qualidade aplicáveis. Isso contribui para a entrega bem-sucedida de estruturas duráveis e de alta qualidade.

h) CONTROLE DE QUALIDADE DO CONCRETO PROJETADO: o controle de qualidade do concreto projetado consiste em toda operação do registro e controle de preparo, de recebimento e de aplicação. Todas as precauções devem ser tomadas para que o concreto atenda às especificações de projeto, conforme ABNT NBR 14026. O controle deve ser realizado principalmente por meio de ensaios do material projetado em placas de controle. Para obras de grande porte, como túneis, também devem ser realizados ensaios no concreto projetado extraído do revestimento, que é a última camada. Seguindo essas diretrizes e adotando práticas de controle de qualidade rigorosas, é possível garantir a qualidade e a durabilidade do concreto projetado em uma variedade de aplicações

i) CRITERIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO: os critérios de aceitação e rejeição do concreto projetado devem ser estabelecidos com base em normas técnicas, especificações do projeto e requisitos de

desempenho. Aqui estão alguns critérios comuns: Massa específica potencial saturada mínima de 2,25 t/m3; Absorção potencial máxima de água por imersão e fervura de 6,5%; Penetração potencial máxima de água sob pressão de 30 mm; Resistência à compressão característica do lote, no mínimo igual ao especificado em projeto aos 28 dias; Resistência a baixa idade igual ou superior ao especificado em projeto ou por consultor de estruturas; Índice de vazios inferior a 17%; -e Espessura da parede medida pelo testemunho extraído, igual ao especificado em projeto com desvio de 3% (só testemunhos retirados da estrutura). É importante que os critérios de aceitação e rejeição sejam claramente definidos no projeto e que todos os envolvidos na aplicação e inspeção do concreto projetado estejam familiarizados e aderindo a esses critérios para garantir a qualidade e a segurança da estrutura.

As **Figuras 1,2,3 e 4** mostram exemplos de obras subterrâneas executadas com concreto projetado.

Figura 1



Fonte: Sabesp

Figura 2



Fonte: Sabesp

Figura 3



Fonte: Sabesp

Figura 4



Fonte: Sabesp

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A Norma Técnica Sabesp (NTS) 162 estabelece requisitos mínimos de qualidade para o concreto projetado, incluindo critérios de aceitação e rejeição. Essa norma desempenha um papel fundamental ao garantir que o concreto atenda aos padrões necessários para resistir aos ambientes agressivos encontrados em estruturas de saneamento, como exposição à água, produtos químicos e corrosão.

Ao estabelecer diretrizes específicas para o concreto projetado em estruturas de saneamento, a NTS 162 busca aprimorar o desempenho e a durabilidade dessas estruturas, resultando na redução dos custos de manutenção e reparo ao longo do tempo.

O cumprimento da NTS 162 é vital para garantir a segurança estrutural das instalações de saneamento, minimizando o risco de falhas prematuras devido à deterioração do concreto ou problemas de adesão.

Além disso, o cumprimento dos requisitos estabelecidos na NTS 162 auxilia empresas e profissionais do setor de saneamento a atenderem às regulamentações locais, nacionais e internacionais relacionadas à qualidade e segurança das estruturas.

Ao promover a durabilidade e a resistência das estruturas de saneamento, a NTS 162 pode contribuir para a redução dos custos de manutenção e reparo ao longo do ciclo de vida das instalações, além de oferecer benefícios para a sustentabilidade ambiental ao reduzir a necessidade de reconstruções frequentes e o consumo de recursos.

A publicação da norma NTS 162, focada especificamente no concreto projetado para estruturas de saneamento, desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade, durabilidade e segurança dessas estruturas.

É importante ressaltar que o conteúdo da NTS 162 está sujeito a evolução contínua. À medida que novas tecnologias são desenvolvidas, as mesmas podem ser incorporadas à norma, assegurando sua relevância e contribuindo para a melhoria contínua dos serviços no setor de saneamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT, 2017

2. ABNT. NBR 14026: Concreto projetado — Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

3. SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Norma Técnica Sabesp 162: Obras lineares executadas em concreto projetado pelo método NATM. São Paulo: SABESP, 2001.

4. SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Projeto de Norma Técnica Sabesp 162: Concreto Projetado em Estruturas de Saneamento (atualmente em finalização). São Paulo: SABESP, 2024.